في التليفزيون

من النشأة إلى الشاشة

كتاب شامل عن هندسة التليفزيون

تأليف: دكتور مهندس رشدي السيد [illegible]


منتدى إقراء الثقافي

فن التليفزيون

من الهوائي إلى الشاشة

كتاب شامل عن هندسة التليفزيون

تأليف

دكتور مهندس

رشدي الحديدي

بكالوريوس في الهندسة الكهربائية - جامعة القاهرة

دكتوراه في الهندسة الكهربائية - جامعات تشيكوسلوفاكيا

دبلوم عال في التحرير والترجمة والصحافة - جامعة القاهرة

دار العودة - بيروت

المقدمة

فى عام ١٩٥٦ أصدرت كتاب « فن الراديو » (من الإلكترون إلى السوبرهت) فى ثوبه العربى . وهو عبارة عن دراسة للراديو من الألف إلى الياء . وقد قابلت أوساط الراديو العربية ذلك الكتاب بترحاب بالغ ، وما زالت حتى الآن ، وبعد أكثر من عشرة أعوام من صدوره ، تصلنى مراسلات من مختلف أنحاء البلاد العربية تسأل عن الكتاب . وفى كثير من هذه المراسلات كنت أشعر بأصوات عربية صادقة تطالب بحقها فى المعرفة بلغتها القومية . وكان ذلك أول ما دفعنى إلى التفكير فى كتابة كتاب « فن التليفزيون » (من الهوائى إلى الشاشة) لأكمل به ما بدأت من واجب علىّ .

هذا من ناحية ، أما الناحية الأخرى فقد تبينت لى ، بصفتى أحد المسئولين عن الصناعات الإلكترونية بما فى ذلك التليفزيون ، ضرورة العمل على خلق فنيين ممتازين فى هذا الاتجاه ، بالإضافة إلى رفع مستوى الفنيين الموجودين حالياً . وبناء على ذلك عقدت العزم على إصدار هذا الكتاب .

والمنهج يعتمد بشكل عام على خبرات أعمال التليفزيون ، مع معالجة الأسس النظرية لما نتعرض له . وقد روعى أن يكون الشرح سلساً بطريقة

مباشرة يفهمها أى شخص عنده ميل للمسائل الفنية ، رغم أن المعلومات المعطاه عموماً فى مستوى الثانوية العامة أو ما يناظرها .

وقد عالجت فى الباب (١) مبادئ عامة . وخصصت الباب (٢) للشاشة لما لها من دور كبير . أما فى الباب (٣) فقد تكلمت عن الإشارة المرئية المركبة ونماذج الاختبار والارسال . كما خصصت الباب (٤) للدراسة الهوائيات وخطوط التغذية لما لها من أهمية بالغة للاستقبال السليم للاشارة .

فى الباب (٥) حاولت استعـــادة مجمل معلوماتنا عن الكهرباء والإلكترونيات من وجهة نظر التليفزيون ، حتى نكون على استعداد للبدء فى دراسة دوائر التليفزيون .

بعد ذلك بدأنا فى دراسة دوائر التليفزيون بالترتيب حسب دخول الإشارة إلى الجهاز وسريانها بداخله . فتكلمنا عن مُنتخِب القنوات ، وقسم الترددات البينية للصورة ، وقسم الصورة ، وقسم الصوت ، والتزامن والانحراف الرأسى ، والانحراف الأفقى والضغط العالى ، ثم أخيراً وحدة التغذية . وهكذا تكون الإشارة قد وصلت من الهوائى إلى الشاشة ونكون قد وصلنا لباب (١٢) .

فى الباب (١٣) يوجد شرح لأجهزة القياس وطرق ضبط جهاز التليفزيون . أما فى الباب (١٤) فقد تكلمنا عن التداخلات والشوشرة وتحديد الأعطال والصيانة . ثم فى الباب (١٥) أعطينا ست دوائر كاملة تمثل مختلف الأحجام ومختلف التكنيك العالمى للتليفزيون .

بهذا يكون قد انتهى المنهج وانتهت الأبواب . ولكننا أخيراً لم ننس عنصر الإنسان فوضعنا ملحقاً عن الأمن الصناعى والاسعافات الأولية بورش التليفزيون . كما لم ننس عنصر اللغة فجمعنا من بين محتويات الكتاب قاموس الراديو والتليفزيون فى حوالى ألف اصطلاح ورمز ، وهذا آخر المطاف .

بقى أن نتكلم عن طريقة الشرح . فقد حاولت طول الوقت أن أعالج الموضوعات من وجهة النظر الطبيعية (الفيزيائية) ووجهة النظر التكنيكية .

أى من الوجهة النظرية والتطبيقية ، محاولا أن أحقق المثل القائل « نظرية بلا تطبيق تظل عرجاء ، وعمل بدون نظرية هو عمل أعمى » ، وأرجو أن أكون قد وفقت فى ذلك .

وقبل أن أختتم كلمتى هذه أحب أن أضيف الآتى : فهم نظرية أى موضوع فنى هو فقط الأساس الذى تنبنى عليه المهنة . أما تطبيق النظرية والتمرين المستمر فهو ضرورى لخلق الفنى . ولا يهم مقدارهما عند الشخص من معرفة نظرية ، لأن تطبيقها العملى فقط هو الذى يعود بالفائدة المادية . وحتى يمكن وضع النظرية موضع التنفيذ يحتاج الإنسان إلى طريقة ، إلى نظام عمل .

رشدى الحديدى

•

الفهـــرس

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
	مقـدمة	
	الباب (١)	
	مبـادئ عامـة	
١ / ١	تعريف	١٧
١ / ٢	الراديو والتليفزيون	١٨
١ / ٣	الصوت والصورة	١٩
١ / ٤	عناصر الصورة	٢٠
١ / ٥	العـين	٢٢
١ / ٦	البيـان Resolution	٢٤
١ / ٧	مسافة المشاهدة وزاوية المشاهدة	٢٥
١ / ٨	انطباع النظر Persistance of vision	٢٦
١ / ٩	السينما	٢٧
١ / ١٠	الصورة التليفزيونية	٢٩
١ / ١١	الخلية الكهروضوئية	٣١
١ / ١٢	الرسم الميكانيكي للصوره	٣٣
١ / ١٣	طريقة رسم الصورة	٣٥
١ / ١٤	طريقة الخطوط المتشابكة	٣٧
١ / ١٥	أنابيب التصوير التليفزيونية نوع ايكونوسكوب Iconoscope	٤١
١ / ١٦	أنبوبة تصوير نوع أورثيكون الصورة Image Orthicon	٤٤
١ / ١٧	أنبوبة تصوير فيديكون Vidicon	٥٢
	ملخص (١)	٥٤
	أسئلة (١)	٥٦

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة

الباب (٢)

شاشة التليفزيون

٢ / ١	أنبوبة الشاشة	٥٧
٢ / ٢	المهبط والشبكة والأقطاب	٥٨
٢ / ٣	القمع	٦٠
٢ / ٤	الطبقة الفسفورية	٦٢
٢ / ٥	تركيز شعاع الكهارب Focussing	٦٣
٢ / ٦	العدسات الكهروستاتيكية	٦٤
٢ / ٧	العدسات المغناطيسية	٦٦
٢ / ٨	أنواع العدسات المغناطيسية	٧٠
٢ / ٩	مشاكل الاخلال بالتركيز	٧١
٢ / ١٠	التحريك الكهروستاتيكي	٧٢
٢ / ١١	التحريك الكهرومغناطيسي	٧٣
٢ / ١٢	وسطنة شعاع الكهارب Centering	٧٨
٢ / ١٣	مصيدة الآيونات Ion Trap	٨٠
٢ / ١٤	الألمنة Aluminising	٨٣
٢ / ١٥	الضوء المحيط وتباين الصورة	٨٤
٢ / ١٦	حجم الشاشة	٨٥
٢ / ١٧	الوقاية من الشاشة	٨٦
	ملخص (٢)	٨٨
	أسئلة (٢)	٩٠

الباب (٣)

الإشارة المرئية المركبة The Composite Video Signal

٣ / ١	عناصر الإشارة المرئية المركبة	٩١
٣ / ٢	التعديل السالب للاشارة	٩٢
٣ / ٣	مقارنة بين التعديل السالب والموجب للاشارة	٩٣
٣ / ٤	منطقة أسود من الأسود	٩٤
٣ / ٥	نبضات الاطفاء الأفقي	٩٥
٣ / ٦	نبضات الاطفاء الرأسي	٩٦
٣ / ٧	نبضات التزامن الأفقي	٩٧

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٣ / ٨	نبضات التزامن الرأسى	٩٨
٣ / ٩	نبضات تعادل Equalizing Pulses	١٠٠
٣ / ١٠	نماذج الاختبار Test Patterns	١٠١
٣ / ١١	ما يبينه نموذج الاختبار	١٠٣
٣ / ١٢	نموذج اختبار ماركة RETMA	١٠٦
٣ / ١٣	نموذج اختبار ماركة « رأس الهندى »	١٠٨
٣ / ١٤	الموجة التليفزيونية الحاملة	١٠٨
٣ / ١٥	تردد الإشارة المرئية	١٠٩
٣ / ١٦	الحزمات الجانبية	١١٠
٣ / ١٧	إرسال حزمة جانبية منفردة "Single Side Band Transmission"	١١١
٣ / ١٨	الارسال الجزئى للحزمة الجانبية Vistigial Side Band Transmission	١١٣
٣ / ١٩	تصحيح الارسال الجزئى للحزمة الجانبية فى جهاز الاستقبال	١١٣
٣ / ٢٠	الإشارة الصوتية	١١٥
٣ / ٢١	قنوات التليفزيون T.V. Channels	١١٦
٣ / ٢٢	مقارنة القياسيات التليفزيونية TV Standards	١١٨
	ملخص (٣)	١١٩
	أسئلة (٣)	١٢٠

الباب (٤)

الهوائيات وخطوط التغذية

٤ / ١	الموجات الكهرومغناطيسية	١٢١
٤ / ٢	الطول الموجى	١٢٤
٤ / ٣	الهوائى Antenna	١٢٦
٤ / ٤	انتشار الموجات	١٢٨
٤ / ٥	صور الشبح Ghost Images	١٣٠
٤ / ٦	الهوائى ثنائى الأقطاب	١٣٢
٤ / ٧	نموذج الاشعاع والاستجابة	١٣٣
٤ / ٨	هوائى ثنائى الأقطاب له « عاكس Reflector »	١٣٥
٤ / ٩	هوائى له عاكس و « موجه Director »	١٣٧
٤ / ١٠	هوائى ثنائى مطوى Folded Dipole	١٣٩
٤ / ١١	الهوائى القمعى وهوائى الفيونكا والهوائى الداخلى	١٤٠

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٤ / ١٢	تركيب ومواد الهوائى	١٤١
٤ / ١٣	خطوط التغذية	١٤٢
٤ / ١٤	أنواع خطوط التغذية	١٤٤
	ملخص (٤)	١٤٧
	أسئلة (٤)	١٤٩

الباب (٥)

تمهيد عمل جهاز التليفزيون

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٥ / ١	أقسام جهاز التليفزيون	١٥٠
٥ / ٢	مراحل جهاز التليفزيون	١٥٢
	مراجعة عامة	١٥٦
٥ / ٣	الذبذبات والأشكال الموجية	١٥٦
٥ / ٤	الملفات والمحولات	١٥٩
٥ / ٥	المكثفات وثابت الزمن	١٦١
٥ / ٦	دوائر الرنين	١٦٦
٥ / ٧	محولات الربط والتنغيم الخلاف	١٦٨
٥ / ٨	مصايد الموجات والمرشحات	١٧٠
٥ / ٩	الصمامـــات	١٧٤
٥ / ١٠	الموحد والكاشف	١٧٧
٥ / ١١	مكبر صمام ثلاثى	١٧٨
٥ / ١٢	مكبر صمام خماسى	١٨١
٥ / ١٣	المكبرات متسعة الحزمة Wide band amplifiers	١٨٤
٥ / ١٤	المذبذبات	١٨٧
٥ / ١٥	المذبذب المـــانع Blocking Oscillator	١٨٨
٥ / ١٦	المذبذب المتعدد Multivibrator	١٩٢
	ملخص (٥)	١٩٦
	أسئلة (٥)	١٩٨

الباب (٦)

منتخب القنوات Channel Selector or Tuner

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٦ / ١	الاستقبال المباشر	٢٠٠
٦ / ٢	الاستقبال النوبر	٢٠٢

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٦ / ٣	محول التوفيق Matching Transformer	٢٠٤
٦ / ٤	مكبر ترددات الراديو	٢٠٧
٦ / ٥	المذبذب المحلي	٢١٢
٦ / ٦	أنواع منتخب القنوات (التريت Turret والسويتش Switch)	٢١٦
٦ / ٧	منتخب قنوات و ب ع UHF	٢١٩
	ملخص (٦)	٢٢٢
	أسئلة (٦)	٢٢٣

الباب (٧)

قسم الترددات البينية للصورة

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٧ / ١	منحنى استجابة مرحلة و . ن الصورة	٢٢٥
٧ / ٢	طريقة الصوت المنفصل	٢٢٩
٧ / ٣	طريقة الصوت المشترك	٢٣١
٧ / ٤	أنواع مصايد الموجات	٢٣٤
٧ / ٥	طرق الربط بين دوائر مكبرات و . ن الصورة	٢٣٧
٧ / ٦	ربط محول	٢٣٨
٧ / ٧	التنغيم الخلافي Staggered Tuning	٢٤٠
٧ / ٨	مكبرات و . ن تستخدم ملفات ثنائية للربط	٢٤٣
	ملخص (٧)	٢٤٤
	أسئلة (٧)	٢٤٥

الباب (٨)

قسم الصورة

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٨ / ١	كاشف الصورة	٢٤٧
٨ / ٢	مكبر إشارة الصورة	٢٥٠
٨ / ٣	تحكم التباين وتحكم شدة الإضاءة	٢٥٤
٨ / ٤	مرجع التيار المستمر DC Restorer	٢٥٦
٨ / ٥	ضابط الكسب الأوتوماتيكي (ض ك أ AGC)	٢٦١
٨ / ٦	ض ك أ المحجوز Keyed or Gated AGC	٢٦٢
٨ / ٧	مضيع التداخلات Interference Limiter	٢٦٥
	ملخص (٨)	٢٦٧
	أسئلة (٨)	٢٦٨

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة

الباب (٩)
قسم الصوت

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
٩ / ١	تعديل التردد	٢٦٩
٩ / ٢	عرض حزمة تعديل التردد	٢٧١
٩ / ٣	مقدرة تعديل التردد على التخلص من التداخل	٢٧٣
٩ / ٤	المحدد والكاشف	٢٧٧
٩ / ٥	المميز Discriminator	٢٨٠
٩ / ٦	كاشف النسبة Ratio Detector	٢٨٤
٩ / ٧	كاشف الشعاع المحجوز Gated Beam Detector	٢٨٦
٩ / ٨	كاشف 6DT6	٢٨٩
٩ / ٩	دائرة قسم الصوت	٢٩٠
	ملخص (٩)	٢٩٣
	أسئلة (٩)	٢٩٦

الباب (١٠)
التزامن والانحراف الرأسي

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٠ / ١	التزامن والانحراف الرأسي	٢٩٧
١٠ / ٢	الصمام الثنائي فاصل تزامن	٢٩٨
١٠ / ٣	الصمام الثلاثي فاصل تزامن	٣٠٠
١٠ / ٤	دائرة فاصل ومكبر تزامن	٣٠٢
١٠ / ٥	دائرة فاصل تزامن ومضيع شوشرة	٣٠٣
١٠ / ٦	فصل نبضات التزامن الأفقية والرأسية عن بعضها	٣٠٥
١٠ / ٧	دائرة التفاضل Differentiating Circuit	٣٠٦
١٠ / ٨	فصل نبضات التزامن الأفقية	٣٠٧
١٠ / ٩	دائرة التكامل Integrating Circuit	٣٠٨
١٠ / ١٠	فصل نبضات التزامن الرأسية	٣٠٩
١٠ / ١١	فائدة نبضات التعادل	٣١١
١٠ / ١٢	ضغط وتيار الانحراف	٣١٢
١٠ / ١٣	مولد ومكبر الانحراف	٣١٤
١٠ / ١٤	محول الخروج الرأسي	٣١٦
١٠ / ١٥	دائرة مولد ومكبر انحراف رأسي تستخدم مذبذب مانع	٣١٨

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٠ / ١٦	دائرة مولد ومكبر انحراف رأسى تستخدم مذبذب متعدد	٣٢١
١٠ / ١٧	الكبت Damping	٣٢٢
	ملخص (١٠)	٣٢٤
	أسئلة (١٠)	٣٢٦

الباب (١١)

الانحراف الأفقى والضغط العالى

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١١ / ١	ضابط التردد الأوتوماتيكى (ض و أ AFC)	٣٢٨
١١ / ٢	مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج متوازن	٣٣٠
١١ / ٣	مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج غير متوازن	٣٣٢
١١ / ٤	محكم التزامن Synchrolock	٣٣٤
١١ / ٥	مرشد التزامن Synchro-guide	٣٣٦
١١ / ٦	دائرة الخروج الأفقى	٣٤١
١١ / ٧	ضبط تشغيل مكبر الخروج الأفقى	٣٤٢
١١ / ٨	دائرة صمام الكابت Damper	٣٤٤
١١ / ٩	الضغط الموجب المعزز Boosted B+	٣٤٨
١١ / ١٠	طرق توصيل ملفات الانحراف بالخروج الأفقى	٣٤٩
١١ / ١١	موحد الضغط العالى	٣٥١
١١ / ١٢	محول الخروج الأفقى	٣٥٤
١١ / ١٣	ضبط العرض Width control	٣٥٥
١١ / ١٤	الخطية الأفقية Horizontal Linearity	٣٥٧
	ملخص (١١)	٣٥٩
	أسئلة (١١)	٣٦١

الباب (١٢)

وحدة التغذية

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٢ / ١	وحدة التغذية	٣٦٣
١٢ / ٢	موحد يستخدم صمام	٣٦٤
١٢ / ٣	موحد سيلينيوم	٣٦٦
١٢ / ٤	موحد سيليكون	٣٦٩
١٢ / ٥	وحدة تغذية بدون محول قدرة	٣٧٠
١٢ / ٦	توصيل فتايل الصمامات على التوالى	٣٧٣

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٢ / ٧	التداخل والطنين فى دوائر فتايل التوالى	٣٧٥
١٢ / ٨	مثال عملى لوحدة تغذية بدون محول	٣٧٧
	ملخص (١٢)	٣٧٩
	أسئلة (١٢)	٣٨٠

الباب (١٣)

أجهزة القياس وطرق ضبط التليفزيون

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
	(أ) أجهزة القياس	٣٨٢
١٣ / ١	جهاز القياس العام (فولت – أمبير – أوم)	٣٨٣
١٣ / ٢	فولتمتر الصمام (VTVM)	٣٨٥
١٣ / ٣	مولد الإشارة Signal Generator	٣٨٧
١٣ / ٤	مولد الاكتساح Sweep Generator	٣٨٩
١٣ / ٥	مولد العلامة Marker Generator	٣٩١
١٣ / ٦	الراسم الكهربى Oscilloscope	٣٩٣
١٣ / ٧	مولد النموذج Pattern Generator	٣٩٦
	(ب) طرق ضبط جهاز التليفزيون Alignment	٤٠٠
١٣ / ٨	منحنى استجابة ذ . ن الصورة	٤٠١
١٣ / ٩	توصيل أجهزة الراسم ومولدى الاكتساح والعلامة	٤٠٢
١٣ / ١٠	ضبط ذ . ن الصورة بطريقة « ضبط القمة »	٤٠٥
١٣ / ١١	ضبط ذ . ن الصورة بطريقة « الضبط المرن »	٤٠٧
١٣ / ١٢	منحنى استجابة ذ . ن وكاشف الصوت	٤١٠
١٣ / ١٣	الضبط المرن لكاشف الصوت	٤١٣
١٣ / ١٤	طريقة « ضبط القمة » لكاشف الصوت	٤١٥
١٣ / ١٥	منحنى استجابة ذ . ر	٤١٧
١٣ / ١٦	ضبط مرحلة ذ . ر	٤١٩
١٣ / ١٧	ضبط مذبذب ذ . ر المحلى	٤٢٢
	ملخص (١٣)	٤٢٤
	أسئلة (١٣)	٤٢٦

الباب (١٤)

التداخلات والشوشرة وتحديد الاعطال

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٤ / ١	تركيب جهاز التليفزيون	٤٢٨

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٤ / ٢	وسائل ضبط التليفزيون	٤٣٠
١٤ / ٣	جدول وسائل ضبط التشغيل	٤٣١
١٤ / ٤	جدول وسائل ضبط الصيانة	٤٣١
١٤ / ٥	أنواع الأشباح	٤٣٣
١٤ / ٦	تداخلات ى . ر R.F. Interference	٤٣٥
١٤ / ٧	الشوشرة Noise	٤٣٨
١٤ / ٨	الطنين و الزن Buzz (٥٠ ذ / ث)	٤٤٠
١٤ / ٩	تحديد الأعطال	٤٤٢
١٤ / ١٠	أعطال الهوائى ومرحلتى ى . ر ، ى . ن الصورة	٤٤٤
١٤ / ١١	أعطال مكبر الصورة والشاشة وملفات الانحراف	٤٤٧
١٤ / ١٢	أعطال قسم الصوت	٤٥٢
١٤ / ١٣	أعطال قسم الانحراف الرأسى	٤٥٣
١٤ / ١٤	أعطال قسم الانحراف الأفقى	٤٥٥
١٤ / ١٥	أعطال وحدة التغذية والضغط العالى	٤٥٩
١٤ / ١٦	الصيانة الوقائية	٤٦١
١٤ / ١٧	استبدال القطع الإلكترونية	٤٦٢
١٤ / ١٨	صيانة الصمامات والثنائى البللورى	٤٦٤
١٤ / ١٩	اللوحة المطبوعة (P.B.) وصيانتها	٤٦٦
	ملخص (١٤)	٤٦٧
	أسئلة (١٤)	٤٦٩

الباب (١٥)

دوائر التليفزيون

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
١٥ / ١	شرح مبسط لجهاز ١٤"	٤٧١
١٥ / ٢	دائرة جهاز ١٤" – تكنيك يابانى	٠٠٠
١٥ / ٣	دائرة جهاز ١٦" – تكنيك يابانى	٠٠٠
١٥ / ٤	دائرة جهاز ١٩" – تكنيك أمريكى	٠٠٠
١٥ / ٥	دائرة جهاز ٢٣" – تكنيك أمريكى	٠٠٠
١٥ / ٦	دائرة جهاز ٢٣" – تكنيك أوربى	٠٠٠
١٥ / ٧	دائرة جهاز ٢٣" – تكنيك أمريكى	٠٠٠

الفصل	الموضوع	رقم الصفحة
	الأمن الصناعي بورشة إصلاح التليفزيون	
١٦ / ١	إجراءات الأمان والنظافة بورش التليفزيون	٤٧٣
١٦ / ٢	الحماية من الماكينات والمسنات والمثاقيب	٤٧٤
١٦ / ٣	مطفئات الحريق	٤٧٥
١٦ / ٤	الأبخرة الضارة بالصحة	٤٧٥
١٦ / ٥	الغبار والأتربة ومناولة الشاسيه	٤٧٧
١٦ / ٦	مناولة أنبوبة الشاشة	٤٧٨
١٦ / ٧	الضغط العالي	٤٧٩
	الإسعافات الأولية في حالة الحوادث	
١٦ / ٨	إرشادات عامة في حالة الحوادث	٤٨٠
١٦ / ٩	معالجة الجروح والنزيف	٤٨١
١٦ / ١٠	الصدمات الكهربية	٤٨٢
١٦ / ١١	التنفس الصناعي	٤٨٣
	قاموس الاصطلاحات	٤٨٨
	الرموز والوحدات	٥٠٩
	قراءة الأشكال	٥١٥

الباب ١

مبادئ عامة

١/١ تعريف :

لقد راودت الرؤيا عن بعد أفكار الإنسان من قديم الزمان ، فترجمها في تراثه الثقافي إلى قصص وأساطير . واليوم يتحول الحلم إلى علم ، فأسطورة الطاقة السحرية وأقصوصة البلورة المسحورة تتحقق على هيئة شاشة التليفزيون التي تبهر الأبصار .

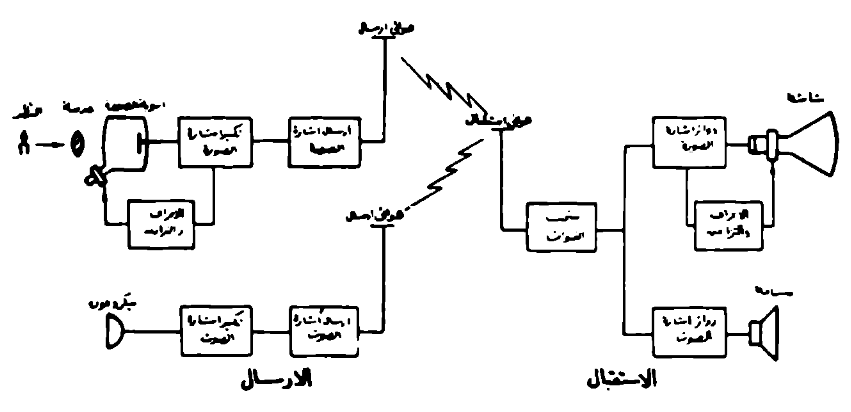
والتليفزيون كلمة مركبة من مقطعين ، « تلي » ومعناها عن بعد ، و « فزيون » ومعناها الرؤيا . وبهذا يكون معنى كلمة التليفزيون هو الرؤيا عن بعد .

ويمكن تعريف النظام التليفزيوني من الناحية العملية بأنه : طريقة إرسال واستقبال الصور المرئية المتحركة بأمانة ، من مكان إلى آخر بعيد ، بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية (موجات الراديو) . وكذلك يرسل في نفس الوقت الصوت المصاحب للمنظر المتلفز حتى نحصل في جهاز الاستقبال على برنامج متكامل بصرياً وسمعياً .

٢/١ الراديو والتليفزيون :

بالرغم من أن التليفزيون أكثر تعقيداً من الراديو ، إلا أنه تربطهما علاقة وثيقة ، كما يستخدم فى كل منهما كثير من الأجهزة المتشابهة .

ففى حالة الراديو ، يخرج الصوت على هيئة تغيرات فى ضغط الهواء ، يحولها الميكروفون إلى تغيرات فى شدة إشارة كهربية، ثم تُحمَّل على موجة لاسلكية تحملها عبر الأثير إلى أن تصل إلى هوائى الاستقبال . وفى جهاز الاستقبال تستخلص الإشارة الكهربية لتحول ثانية بطريقة عكسية بواسطة السماعة إلى نفس الموجات الصوتية السابقة .



شكل (١/١) طريقة نقل الصوت ونقل الصورة

كذلك فى حالة التليفزيون تحول الأشعة الضوئية من مختلف أجزاء الصورة بواسطة الكاميرا إلى إشارات كهربية تختلف شدتها باختلاف شدة الإضاءة . ثم تمزج باشارات أخرى وتحمل على موجة لاسلكية تحملها عبر الأثير إلى أن تصل إلى هوائى الاستقبال . وفى جهاز الاستقبال تستخلص الإشارة الكهربية لتحول ثانية بواسطة الشاشة إلى نفس الأشعة الضوئية التى تكوّن الصورة . انظر شكل (١/١) .

٣/١ الصوت والصورة .

من ذلك يتضح أن الصورة فى التليفزيون تقابل الصوت فى الراديو ، ولكن هنالك أوجه فرق بين الصورة والصوت . فمثلا هناك فرق بين أن نقف نمعن النظر فى صورة « موناليزا » الشهيرة للرسام الإيطالى « ليوناردو دافنشى » وبين أن نجلس نستمتع بسماع أوبرا « عايدة » للموسيقار « فردى » ، هذا مع توافر العنصر الفنى فى كلتا الحالتين طبعاً . انظر شكل (٢/١) .

فعند سماع الأوبرا ، بالرغم من تعدد الآلات الموسيقية والأصوات ، وبالرغم تغير الجهارة والطبقة الصوتية والنغم ، وبالرغم من المقدرة العجيبة للأذن فى التميز بين كل ذلك، إلا أنه فى أى لحظة من اللحظات لا يوجد غير ضغط هواء واحد عند أى نقطة معينة .



شكل (٢/١) صورة « موناليزا » الشهيرة للرسام الإيطالى « ليوناردو دافنشى »

أما فى حالة الصورة فالتكوين الشكلى وتوزيع مناطق الضوء والظلال لا يمكن أن يحدد بمقدار واحد عند نقطة معينة .

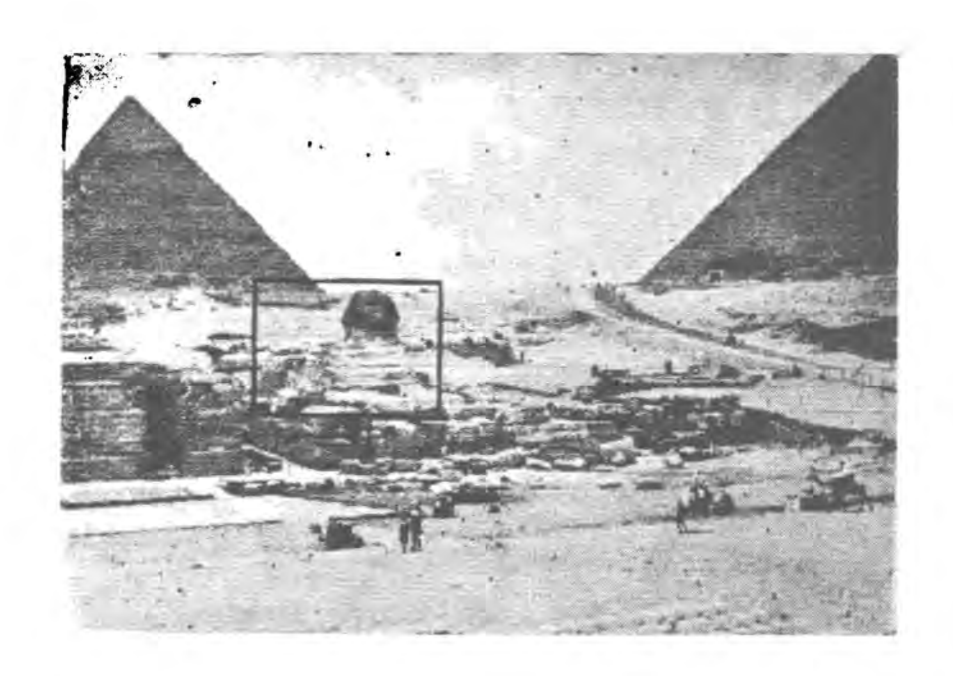
وذلك لأن شدة الإضاءة تختلف من نقطة إلى أخرى على سطح الصورة ؛ وكل نقطة يصدر منها شعاع يصل إلى العين فتميزه على حدة ، إذ أن العين يمكنها تميز ملايين الأشعة المختلفة فى آن واحد .

وهنا يظهر الفرق بين الصوت والصورة ، فالصوت — مهما كان مركباً — له قيمة واحدة فى لحظة ما عند أى نقطة معينة . أما الصورة — مهما كانت بسيطة — فلها قيم وضعية مختلفة موزعة على مساحة مسطحها ، تختلف حسب توزيع الأضواء والظلال ، وتصل جميعها فى آن واحد إلى أى نقطة ما . وفى حالة الصور المتحركة يختلف التوزيع الضوئى للصورة من لحظة إلى التى تليها ، وبذلك تميز العين الحركة . وقبل أن ننتقل إلى الصور المتحركة يجدر بنا أن نمعن النظر فى الصورة الثابتة .

٤/١ عناصر الصورة :

إذا أخذنا صورة وحللناها إلى عناصرها الرئيسية ، نجدها تتكون أساساً من عدد كبير من نقط صغيرة مضيئة ومظلمة مرتبة حسب معالم الصورة . فمثلا الصورة الفوتوغرافية تتكون من توزيع حبيبات الفضة الدقيقة على سطح اللوح الحساس . هذه الحبيبات تتأثر بشدة بشعاع الضوء الساقط على كل منها . وتترك بعد طبعها نقطاً مضيئة ومظلمة موزعة بالنسبة لبعضها حسب توزيع شدة إضاءة جزيئات الشكل المصور .

والصورة المطبوعة لا تظهر مكونة من نقط ، وذلك لصغر حجم تلك النقط ، ولعدم تمكن العين المجردة من تمييز ذلك . أما إذا أخذنا جزءاً من الصورة المطبوعة شكل (٣/١) وكبرناه بواسطة عدسة مكبرة ، لظهر لنا أنها مكونة من نقط صغيرة مختلفة الحجم سوداء وبيضاء موزعة توزيعاً منتظماً . ويلاحظ أن المساحات السوداء تظهر كذلك لأنها تحتوى على كثير من نقط سوداء كبيرة الحجم . بينما المساحات البيضاء تظهر كذلك لصغر حجم النقط السوداء الموجودة بها . أما الألوان الرمادية المتوسطة بين الأسود والأبيض فتتكون بنفس التوزيع مع اختلاف حجم النقط السوداء الذى يكون



شكل (١/٣) صورة للأهرام وأبو الهول ، وجزء مكبر من الصورة مكون من نقط صغيرة مختلفة الحجم سوداء وبيضاء موزعة توزيعاً منتظماً

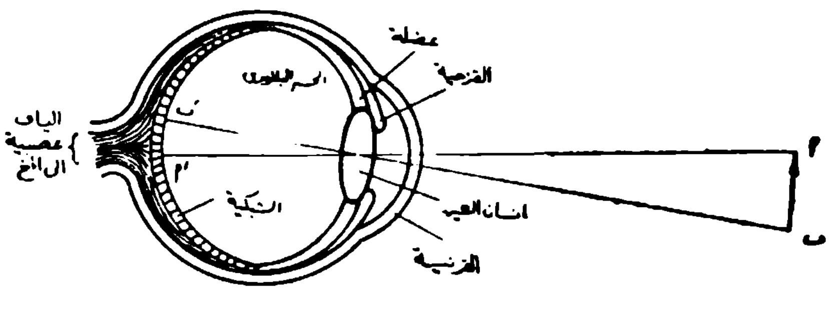
أكبر من حجم النقط السوداء فى المناطق المضيئة وأصغر منها فى المناطق المظلمة . يظهر ذلك أيضاً إذا دققنا النظر فى الصور الموجودة بالجرائد اليومية ؛ لأن جزيئات الصورة تكون كبيرة نسبياً فى هذه الحالة .

فالعين ترى المنظر كما هو فى الطبيعة ، مكون من مساحات صغيرة مضيئة ومظلمة ، مرتبة بالنسبة لبعضها البعض بنظام خاص . وأصغر جزئ من المنظر يمكن للعين أن تميزه كوحدة منفصلة يسمى « جزئ الصورة Picture Element » . ويعتبر جزئ الصـــورة صغير جداً بدرجة أن

شدة إضائته موزعة على مساحته الصغيرة بالتساوى ولا تتغير فى حدوده الضيقة . ونحصل على تفاصيل معلومات الصورة من شدة إضائة كل من جزيئاتهـا .

٥/١ العـــين :

يساعدنا تشريح العين على معرفة كيف تصل تفاصيل معلومات الصورة إليها ، وكيف تميز العين بين جزيئات الصورة . تتركب العين كما فى شكل (٤/١) من عدسة مجمعة تسمى إنسان العين . أمامها حجاب به فتحة يسمى القزحية ، وتتحكم العين فى كمية الضوء الداخلة إليها بالتحكم فى مساحة فتحة القزحية . فاذا كان الضوء شديداً تقل فتحة القزحية . والعكس صحيح ، أى إذا قل الضوء تزيد فتحة القزحية . وتغلف العين بغشاء شفاف يحميها يسمى القرنية . يواجه فتحة القزحية من داخل العين سطح يسمى « الشبكية » . وتتكون الشبكية من ملايين الخلايا الضوئية المتجاورة . وكل خلية من هذه الخلايا الضوئية لها حساسيتها المستقلة للضوء . وتنقسم هذه الخلايا الضوئية إلى نوعين ، أحدهما يسمى « القضبان » والآخر يسمى « المخروطات » . وتقدر عدد القضبان فى العين بحوالى مائة مليون قضيباً . كما تقدر عدد المخروطات بحوالى ٦,٥ مليوناً . وعمل المخروطات الرئيسى هو أنها تسجل اللون وتميز



شكل (٤/١) تركيب العين

بين الألوان المختلفة . بعكس ذلك ، تتأثر القضبان فقط باللون الأبيض والأسود للصورة . إلا أن القضبان لها حساسية للضوء أكبر بكثير مما للمخروطات . وهذا هو السبب فى أن الرؤيا فى الظلام تتم غالباً بواسطة القضبان فقط . كما أن ذلك يفسر لنا سر عدم رؤية الألوان فى الظلام .

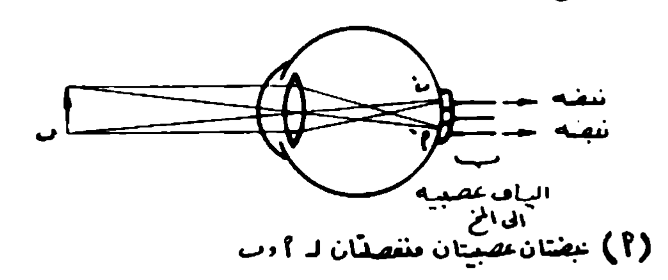
ومقدرة العين على تمييز التفاصيل تكون أكبر ما يمكن عند منتصف الشبكية على مساحة نصف قطرها حوالى ١ مم ، تسمى « النقطة الصفراء Yellow Spot » . وتتركز معظم المخروطات عند منتصف « النقطة الصفراء » فى مساحة قطرها حوالى ١,٢٥ مم لا يوجد بها غير المخروطات فقط . أما الجزء الخارجى من الشبكية فيغطى غالباً بالقضبان فقط . وتتصل الخلايا الضوئية منفردة أو فى مجموعات صغيرة بأعصاب بصرية تتصل بمركز الرؤيا بالمخ . ويزيد عدد القضبان المتصلة بعصب بصرى واحد كلما بعدنا عن مركز الشبكية ، وهذا بدوره يؤدى إلى فقد فى تمييز التفاصيل عند الرؤيا فى الظلام . وتقدر عدد الأعصاب البصرية الناقلة للرؤيا بحوالى ٨٠٠ ألف عصباً تقريبـــاً .

وبعد أن شرحنا العين وعرفنا تركيبها ، يمكننا أن نعرف الآن كيف تتم الرؤيا . ترى العين المنظر بأن تنعكس من عليه أشعة الضوء فتجمعها عدسة العين (إنسان العين) لتكوّن صورة بصرية على شبكية العين . وكل من جزيئات الصورة يقع على أى من ملايين الخلايا الضوئية (القضبـــان والمخروطات) . نتيجة لذلك تصدر الخلية الضوئية إشارة إلى العصب البصرى المتصل بها ، فيحمل العصب الإشارة إلى مركز الرؤيا بالمخ . ويجمع المخ كل الإشارات الواصلة إليه عن طريق الأعصاب من مختلف القضبان والمخروطات وبذلك يتكامل الشعور برؤية صورة ما هو موجود أمام بصرنا .

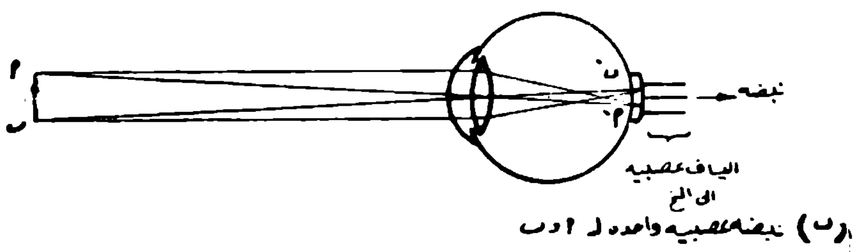
٦/١ البيـــان Resolution :

بيان الصورة المنتجة هو مقدرتها على إظهار جزيئات الصورة المتجاورة كمساحات منفصلة حتى يمكن للعين أن تميزها عن بعضها . ويكون بيـــان الصورة أفضل كلما كانت جزيئات الصورة قريبة من بعضها البعض ، وما زالت العين تراها كتفاصيل مستقلة . فالبيان يحدد مقدار التفاصيل المستقلة الممكن تميزها فى الصورة . وتعتمد جودة الصورة على البيان . إذ كلما زادت التفاصيل ، تزيد الجودة تبعاً لذلك. وبزيادة تفاصيل الصورة المنتجة. تظهر أعماقها ، وتسر الناظرين .

فى شكل (١/٥ أ) عندما يسقط الضوء من نقطتين متجاورتين أ و ب على خليتين منفصلتين على الشبكية . تنقل إشارتان مختلفتان إلى المخ . فنرى النقطتين أ و ب . أما إذا كانت النقطتان أ و ب قريبتين جداً من بعضهما ، أو بعيدتين جداً من العين . يمكن أن يسقط شعاع الضوء الصادر من كل منهما على خلية ضوئية واحدة على الشبكية . فتظهر النقطتان أ و ب كشيء



(أ) نبضتان عصبيتان منفصلتان لـ أ و ب



(ب) نبضه عصبيه واحده لـ أ و ب

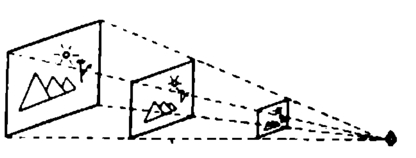
شكل (١/٥) يبين الشكل أ و ب أن بيان الصورة المنتجة يعتمد على مسافة المشاهدة

واحد . كما فى شكل (١/٥ ب) . فى هذه الحالة لا يمكن للعين تمييز تفصيلين مستقلين ، بل تفصيل واحد فقط .

١/٧ مسافة المشاهدة وزاوية المشاهدة :

لقد أثبتت التجربة ، فى المتوسط ، أنه إذا قلت المسافة بين تفصيلين على شيء مشاهد عن ١/٣٠٠٠ من المسافة التى تفصل بين الشيء المشاهد والعين ، لا يمكن للعين أن تراهما كتفصيلين مستقلين ، بل يظهران مندمجان فى واحد . هذا فيما يختص بمسافة المشاهدة . أما فيما يخص زاوية المشاهدة ، فيمكن القول بأنه إذا كانت الزاوية المحصورة بين تفصيلين على شيء مشاهد والعين أقل من دقيقة واحدة (١/٦٠ من الدرجة) ، فان العين تراهما كواحد .

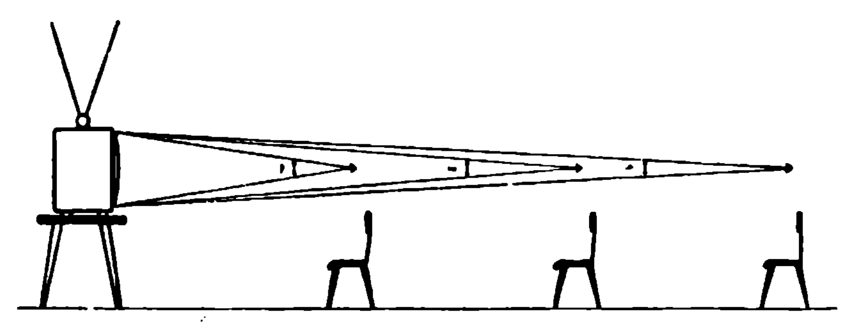
هذا يعنى أن مسافة المشاهدة تؤثر على بيان تفاصيل الصورة . فاذا كانت مسافة المشاهدة كبيرة ، تتداخل التفاصيل ويقل الوضوح . كما أن مسافة المشاهدة تعتمد على حجم الصورة ، فاذا كانت الصورة صغيرة فإننا ننظر إليها من قرب ، أما إذا كانت الصورة كبيرة فيريحنا أن ننظر إليها من بعيد . ففى المعارض مثلا يرجع الناس خطوات إلى الخلف للتمتع بجمال الصورة . أما بالنسبة للأشياء الصغيرة ، فنقربها من أعيننا لندقق فيها البصر .



شكل (١/٦) فى حالة ثبات زاوية المشاهدة، تزيد المسافة كلما كبر حجم الصورة ، وتقل المسافة كلما صغر حجم الصورة

تستريح العين لزاوية مشاهدة معينة للصورة تسمى «أحسن زاوية مشاهدة» (حوالى ١٥°) . وشكل (١/٦) يوضح كيف أنه فى حالة ثبات زاوية المشاهدة تزيد المسافة كلما كبر حجم الصورة ، كما تقل المسافة كلما صغر حجم الصورة . و شكل (١/٧) يوضح كيف أنه فى حالة ثبات حجم الصورة تتناسب زاوية المشاهدة تناسباً عكسياً مع المسافة ، أى أنه بزيادة المسافة تقل

الزاوية ، والعكس صحيح . وأحسن مسافة لمشاهدة التليفزيون هى أن تبعد العين عنه بحوالى ستة مرات ارتفاع الصورة .



(شكل ١/٧) فى حالة ثبات حجم الصورة تتناسب زاوية المشاهدة تناسباً عكسياً مع المسافة

فمثلا تكون أحسن مسافة للمشاهدة فى حالة تليفزيون حجم ٢٣ بوصة أكبر من أحسن مسافة للمشاهدة فى حالة تليفزيون حجم ١٤ بوصة .

١/٨ انطباع النظر Persistance of Vision :

لا يفوتنا ونحن نتكلم عن العين أن نذكر خاصية هامة لها تعتبر أساساً لكل من السينما والتليفزيون . هذه الخاصية للعين تسمى انطباع النظر . وانطباع النظر هو خاصية للعين تجعل انطباع ومضة الضوء على العين تستمر لفترة وجيزة (حوالى $\frac{1}{24}$ من الثانية) بعد زوال الومضة نفسها . وهذا يعنى أن العين تستمر فى الشعور بوجود الومضة لفترة بعد زوالها . وانطباع النظر يبدو أكثر فى الظلام . وكلنا نتذكر عندما كنا أطفالا وكان يحلو لنا أن نمسك بقطعة من الخشب نهايتها متوهجة ونحركها بسرعة فى شبه دائرة فى الظلام ، فنرسم دائرة بهيجة من النور ، هذا رغم التنبيه علينا بعدم اللعب بالنار !

نرى دائرة النور إذا زادت سرعة الطرف المتوهج عن دورة كاملة فى فترة $\frac{1}{24}$ من الثانية . أما إذا قلت السرعة عن ذلك فلا نرى غير بقعة ضوء متحركة . انظر شكل (١/٨) ٥

ماذا يحدث فى العين ليترك تأثير انطباع النظر ؟ عندما يمر شعاع الضوء المنبعث من الطرف المتوهج فى إنسان العين وتقع صورته على الشبكية يأخذ شكل عملية « كيموضوئية Photochemical » . هذه العملية تستمر لوقت قصير بعد زوال الطرف المتوهج . واستمرار العملية الكيماوية فى الشبكية يعنى استمرار التأثير على مركز الرؤيا فى المخ ، وهذا ما يطلق عليه اسم انطباع النظر

وعندما يتحرك الطرف المتوهج فى دائرة، تنعكس صورته داخل العين على الشبكية لترسم دائرة هى الأخرى . فتحدث عملية كيماوية فى الدائرة من القضبان التى تنعكس عليها الصورة الكاملة للحركة . فاذا وصل الشعاع المنعكس على الشبكية لأول قضيب بدأ من عنده فى فترة أقصر من الفترة اللازمة لانتهاء العملية الكيماوية، لكان معنى هذا أن العملية الكيماوية مستمرة فى دائرة من القضبان ، ولكان معنى هذا أن التأثير على مركز الرؤيا بالمخ يعطينا انطباعاً لدائرة من نور وليس – كما فى الحقيقة – صورة لطرف متوهج يتحرك فى دائرة !



شكل (١/٨) إذا زادت سرعة الطرف المتوهج عن دورة كاملة فى فترة ١/١٦ من الثانية، نرى دائرة من النور نتيجة لانطباع النظر

١/٩ السينما :

يمكن اعتبار السينما تطبيقاً عملياً للاستفادة من خاصية انطباع النظر. يبين شكل (١/٩) جزءاً من شريط سينمائى به عدة صور ثابتة متتابعة ، كل صورة تختلف قليلا فى الوضع عن الصورة السابقة لها . وفى حالة عرض الفيلم

فى آلة عرض سينمائية ، تعرض كل صورة على حدة فى حالة توقف ، ولكن الصور الثابتة تتتابع خلف بعضها الواحـــدة تلو الأخرى بسرعة ، فتظهر على هيئة صور متحركة على الشاشة .

ويتكرر عرض الصور الثابتة فى آلات العرض السينمائية بمعدل ٢٤ صورة فى الثانية. ولا يظهر الفيلم على الشاشة وهو فى حالة حركة من صورة إلى التى تليها ، لأن الضوء يحجب بواسطة « قرص حاجب Shutter » يدور أمام مصدر الضوء . وبذلك لا تظهر الصورة إلا فى حالة توقفها أو ثباتها فقط .

وتظهر الصور الثابتة المتتابعـــة خلف بعضها على هيئة صور متحركة نتيجة لانطباع النظر . فالصورة الواحدة الثابتة تظل منطبعة فى النظر لفترة حوالى $\frac{1}{16}$ من الثانية . فاذا عرضت صورة أخرى تختلف قليلا فى الوضع عن سابقتها قبل انتهاء فترة انطباع النظر ، تخدع العين ويظهر لها ذلك على هيئة حركة مستمرة فى المنظر . وتكرار عرض الصورة ٢٤ مرة فى الثانية — كما هو الحال فى آلات العرض — يكفى لخـــداع البصر باستمرار الحركة فى المنظر .

بالرغم من ذلك ، إلا أن عرض الصورة بمعدل ٢٤ مرة فى الثانية ليس بالسرعة الكافية



شكل (١/٩) جـــزء من شريط سينمائى به عدة صور ثابتة متتابعة ، كل صورة تختلف قليلا فى الوضع عن سابقتها . وأثناء العرض تتتابع الصور خلف بعضها بسرعة تجعلها تظهر على الشاشة متحركة تحت تأثير انطباع النظر

للسماح لشدة إضاءة صورة واحدة بالاندماج بسهولة فى الصورة التى تليها خلال فترة الاطفاء بين الصور المتتالية . ينتج عن ذلك « ارتعاش Flicker » فى الصورة غير مريح من تتابع النور والظلام ، لأن العين تلاحظ فترة الظلام القصيرة بين الصور المتتالية . ومقدار ملاحظة ارتعاش الصورة يعتمد على شدة إضاءة المنظر ، ويسوء كلما كانت الإضاءة شديدة .

وقد أمكن حل مشكلة ارتعاش الصورة فى السينما بأن يدار الفيلم فى آلة العرض بمعدل ٢٤ صورة فى الثانية ، ولكن كل صورة واحدة تعرض مرتين أثناء توقفها بواسطة دوران القرص الحاجب أمامها . وهذا يجعل كل ٢٤ صورة تعرض بمعدل ٤٨ مرة فى الثانية ، لأن كل صورة واحدة تعرض مرتين . وتكرار العرض بمعدل ٤٨ مرة فى الثانية يحل مشكلة ارتعاش الصورة .

١٠/١ الصورة التليفزيونية :

رأينا فيما سبق كيف استفاد الإنسان من خاصية طبيعية للعين ، وهى خاصية انطباع النظر ، واتخذها أساساً لعمل السينما ، ويمكن كذلك اعتبار آلة الفوتوغرافيا تقليداً للعين البشرية التى شرحناها فيما سبق . فآلة الفوتوغرافيا عبارة عن صندوق مظلم بأحد جوانبه فتحة أمامها عدسة تجمع الضوء لتسقطه على فيلم موضوع داخل الصندوق المظلم فى الجهة المقابلة للفتحة . وعندما تسقط أشعة الضوء على جيلاتينة الفيلم ، تتأثر كل من جزيئات الفضة المنتشرة على الفيلم بمقدار شدة الشعاع الواقع عليها والذى يمثل جزيئاً من تفاصيل المنظر المصور . فجزيئات الفضة المنتشرة على جيلاتينة الفيلم تقوم مقام القضبان والمخروطات المنتشرة على شبكية العين فيما يختص بتسجيل تفاصيل المنظر التى تتكامل على هيئة صورة .

هذا فيما يختص بالصورة الفوتوغرافية . أما بالنسبة للصورة التليفزيونية فتنقسم إلى شقين :

(أ) الصورة المرسلة .
(ب) الصورة المستقبلة .

الصورة التليفزيونية المرسلة تحتاج إلى وسيلة لتحويل أشعة الضوء إلى إشارات كهربية حتى يمكن تحميلها على موجة حاملة وإرسالها عبر الأثير إلى جهاز الاستقبال . ويمكن تحويل الضوء إلى كهرباء بواسطة الخلية الكهروضوئية التى سنتكلم عنها فيا بعد . وحتى يمكن نقل الصورة كلها فى وقت واحد فاننا نحتاج إلى عدد هائل من الخلايا الضوئية يساوى ما يقابلها من جزيئات الصورة لتقوم مقام القضبان والمخروطات فى شبكية العين ، أو مقام جزيئات الفضة فى جيلاتينة الفيلم الحساس(*).

يشكل العدد الهائل من الخلايا الكهروضوئية اللازم لإرسال الصورة التليفزيونية صعوبات تجعل تحقيقه فى حكم المستحيل . لذلك تحول التفكير عن إرسال جميع معلومات الصورة على دفعة واحدة باستخدام عدد هائل من الخلايا الكهروضوئية ، إلى استعمال خلية كهروضوئية واحدة ، وتقسيم الصورة إلى جزيئات ، وإرسال جزيئات الصورة الواحد يلو الآخر بنظام معين وبسرعة فائقة .

النظام الذى يتبع فى إرسال جزيئات الصورة الواحد يلو الآخر يسمى « رسم الصورة Scanning » . كما أن وقت رسم الصورة يجب أن يكون أقل من وقت انطباع النظر حتى تتمكن العين من رؤية صورة كاملة بدلا من أن ترى نقطة ضوء تتحرك .

أما الصورة التليفزيونية المستقبلة فيمكن أن تتكون من عدد هائل من اللمبات يساوى عدد جزيئات الصورة . وتضيء كل من اللمبات بمقدار شدة الإشارة الواصلة لها لتكون فى مجموعها صورة كاملة ولما فى ذلك من

(*) فى عام ١٩٠٦ قام مستر رينو Rignaux ومستر فورنير Fournier بعمل نظام مماثل لرسم الصورة المتوازى باستخدام ٦٤ خلية كهروضوئية لارسال الصورة و ٦٤ لمبة لاستقبالها . ولا يمكن لهذا النظام نقل أكثر من ٦٤ تفصيلا ، بينما جزيئات الصورة تعد بعشرات الآلاف .

صعوبات ، فقد أستعيض عنه بخاصية المواد الفسفورية لإعادة الصورة ، كما فى حالة شاشة التليفزيون التى سنتكلم عنها فى الباب القادم .

١١/١ الخلية الكهروضوئية :

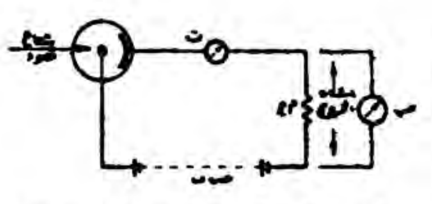
منذ حوالى تسعون عاماً مضت تم اكتشاف الظاهرة الكهروضوئية . وهذه الظاهرة هى أن بعض المواد لها خاصية إطلاق كهارب عندما تتعرض للضوء. وأن عدد الكهارب المطلقة تتناسب طردياً مع شدة الإضاءة . وبذلك يمكن تحويل التغير فى شدة الإضاءة إلى تغير فى شدة تيار أو ضغط كهربى . والمواد الشائعة الاستعمال التى لها الخاصية الكهروضوئية هى الليثيوم والبوتاسيوم والسيزيوم . وهـــذا الأخير – أى السيزيوم – يستخدم أكثر من غيره فى النظام التليفزيونى .



شكل (١٠/١) صورة صمام كهروضوئى

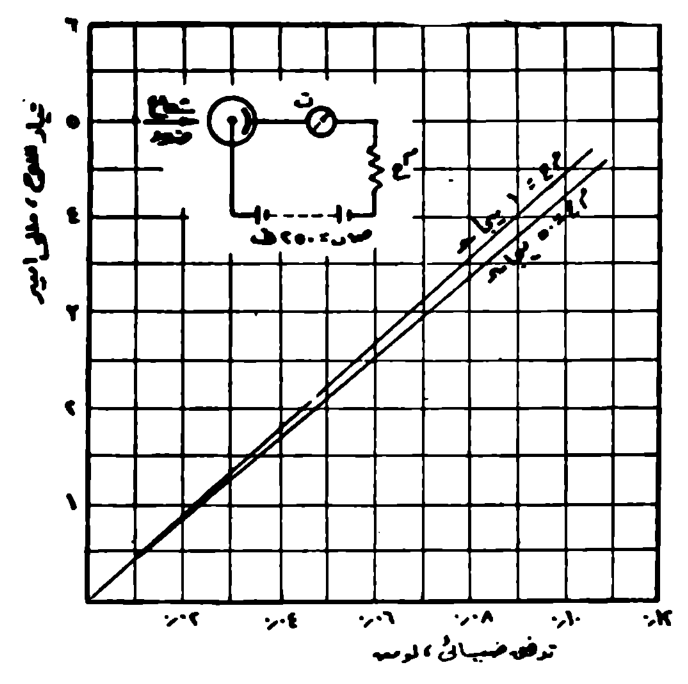
والصمام الكهروضوئى يتركب كما فى شكل (١٠/١) من كاثود مساحته كبيرة نسبياً على هيئة نصف أسطوانة مغطاه بمادة لها حساسية كهروضوئية مثل أوكسيد السيزيوم . أما اللوح أو الآنود فعبارة عن قضيب رفيع موجود على محور نصف الأسطوانة،يسمح بسقوط أكبر كمية من الضوء على الكاثود . وكل من الكاثود والآنود مثبتان فى قاعدة ويحيط بهما غلاف زجاجى مفرغ من الهواء .

شكل (١١/١) يبين دائرة خلية كهروضوئية . فعندما يسقط ضوء على الكاثود تنطلق من سطحه كهارب . والكهارب المنطلقــة من الكاثود تنجذب إلى الآنود



شكل (١١/١) دائرة خلية كهروضوئية

الموجب ، فيجمعها ويعيدها ثانية إلى الكاثود عن طريق الدائرة الخارجية الموصلة بينهما . ولذلك نجد أن الأمبرومتر الموجود بالدائرة يسجل مرور تيار ، كما أن الفولتيمتر يسجل وجود ضغط على مقاومة الحمل . وفى الدائرة الواحدة يزيد كل من التيار أو الضغط أو يقل حسب زيادة أو



شكل (١٢/١) منحنى استجابة يوضح العلاقة بين شدة الإضاءة وقيمة تيار اللوح لصمام كهروضوئى حقيقى

نقص شدة الإضاءة الواقعة على الخلية الضوئية . وشكل (١٢/١) يبين منحنى استجابة يوضح العلاقة بين شدة الإضاءة مقاسة بوحدة التدفق الضيائى «لومن Lumen» وبين قيمة تيار اللوح أو الآنود مقاسة بالميكروامبير . والمنحنى المرسوم مأخوذ لصمام كهروضوئى حقيقى .

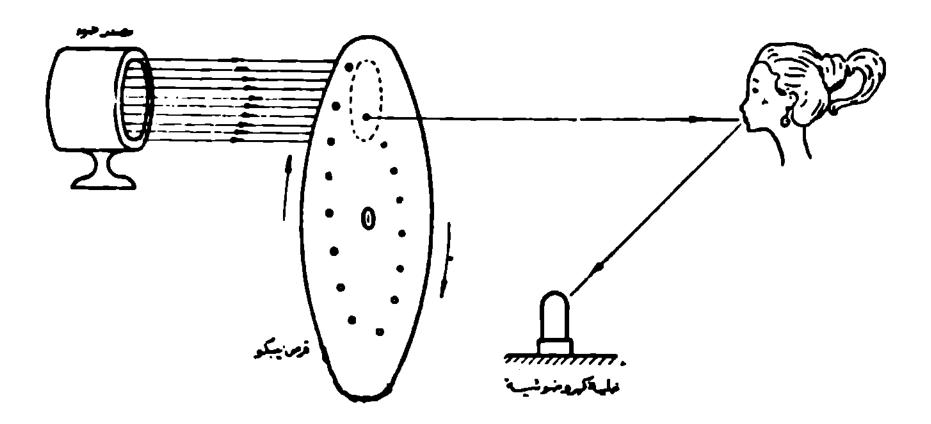
نلاحظ من المنحنى شكل (١٢/١) أن شدة التيار تتناسب تناسباً طردياً وخطياً مع شدة الإضاءة ، وهذا له أهميته ويعتبر ميزة . كما نلاحظ

أن التيار الناتج صغير جداً ، وهذا يعتبر نقطة ضعف ، إلا أن الضغط المتولد على المقاومة الكبيرة الموصلة على التوالى مع الدائرة يكفى لعملية التشغيل . هذا بالإضافة إلى أن الكهارب تنطلق من سطح لكاثود فور سقوط الضوء عليه ، مما يغنينا عن مشاكل معامل الوقت فى عمليات التحويل الكهروضوئية .

١٢/١ الرسم الميكانيكى للصورة :

ربما كان التوزيع الهندسى لجزيئات الصورة على مساحتها دافعاً إلى التفكير فى رسم الصورة بطريقة ميكانيكية بواسطة صمام كهروضوئى وقرص دوار . وهذه هى الطريقة التى فكر فيها مستر « باول نيبكو Paul Nipkow » حوالى عام ١٨٨٤ .

وطريقة نيبكو لرسم الصورة كما فى شكل (١٣/١) تتكون من قرص رفيع به ثقوب صغيرة تفصلها مسافات متساوية وتقع على مسار حلزونى قرب المحيط الخارجى للقرص . ويركب القرص على محور أفقى بطريقة تمكنه من الدوران بسرعة كبيرة لكى يرسم الصورة . ويوضع القرص بين الصورة المراد رسمها وبين مصدر ضوء أشعته متوازية . وتكون الصورة داخل حجرة مظلمة فى وضع يسمح للأشعة المارة من ثقوب القرص أثناء

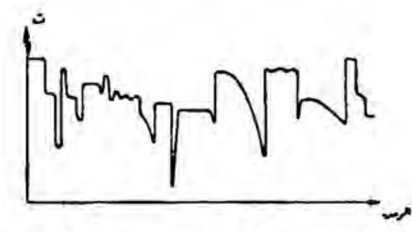


شكل (١٣/١) طريقة نيبكو لرسم الصورة

دورانه أن تمسح الصورة فى خطوط شبه مستقيمة : ونتيجة للوضع الحلزونى للثقوب ، يكون مسار بقعة الضوء الساقطة على الصورة خلال أى ثقب عبارة عن خط أفقى يقع تحت الخط الذى ترسمه بقعة الضوء النافذة من الثقب السابق له . وعدد الخطوط المرسومة يساوى عدد الثقوب الموجودة على القرص ؛

ويوجد صمام كهروضوئى فى مواجهة الصورة المراد رسمها داخل الحجرة المظلمة . هذا الصمام يمكنه استقبال الضوء المنعكس من الصورة نتيجة سقوط بقعة ضوء عليها من خلال ثقب واحد فقط فى أى لحظة ما . وعندما ترسم بقعة الضوء خطاً عبر الصورة يعطى الصمام الكهروضوئى إشارة خروج مماثلة لمعلومات الصورة الضوئية الموجودة على هذا الخط . وبإتمام دورة كاملة للقرص تكون الثقوب قد مسحت الصورة بأجمعها ، وبذلك يعطينا الصمام الكهروضوئى إشارة خروج خلال دورة كاملة للقرص تمثل جميع معالم الصورة الضوئية .





شكل (١٤/١) منحنى تيار خروج صمام كهروضوئى ناتج عن مسح خط عبر الصورة

شكل (١٤/١) يبين منحنى تيار خروج صمام كهروضوئى ناتج عن رسم خط عبر الصورة كما فى الشكل . فالأجزاء المضيئة تعطى تياراً كبيراً ، أما الأجزاء ضعيفة الإضاءة فتعطى تياراً صغيراً . وكل شريحة أو خط من الصورة لها منحنى تيار خاص بها . ومجموع الشرائح تعطى الشكل الضوئى

للصورة ، كما أن مجموع منحنيات التيار تعطى الإشارة الكهربية الممثلة للصورة .

يلاحظ أننا نتكلم عن الصورة الأبيض والأسود . وأن تأثير اللون إن وجد فى الصورة فيعالج على أنه يؤثر فى شدة الإضاءة التى يعبر عنها باللون الأبيض والأسود . وعلى ذلك فسنترك الكلام عن الألوان وسنتكلم فقط على الأبيض والأسود، إلى أن نصل إلى الحديث عن التليفزيون الملون فى مجال آخر .

وقد لاقت الطريقة الميكانيكية لرسم الصورة صعوبات ، منها أن التفاصيل المطلوبة للصورة التليفزيونية حسب المواصفات المستخدمة فى الوقت الحاضر تتطلب : أن يكون حجم القرص كبيراً (قطره عدة أمتار) ودقيقاً بدرجة تجعل تنفيذه غير ممكن عملياً . كما أن القرص يدور بسرعة عالية (آلاف اللفات فى الدقيقة) يصعب معها التحكم فى كبت اهتزازاته . هذا بالإضافة إلى صعوبة أن ثقوب القرص يجب أن تكون صغيرة جداً (أجزاء من المائة من المللى متر) . ويترتب على صغر الثقوب عدم الاستفادة من أكبر جزء من إضاءة الصورة خلال ثقوب القرص .كل هذا يجعل قرص نيبكو غير صالح لرسم صورة التليفزيون الحديثة . وتستخدم أنبوبة التصوير فى الوقت الحاضر لرسم الصورة التليفزيونية ، وهى فى آن واحد تقوم بعمل القرص المتحرك والصمام الكهروضوئى . ويقوم بعملية الرسم فيها شعاع من الكهارب ليس له وزن ليجنبنا مشاكل تحريك جسم (مثل قرص نيبكو) بسرعة هائلة لرسم الصورة .

١٣/١ طريقة رسم الصورة :

(أ) عدد الخطوط :

رأينا فيما سبق أثناء شرح الطريقة الميكانيكية لرسم الصورة أنه قد تم تقسيم الصورة إلى شرائح أو خطوط أفقية فوق بعضها . وطريقة رسم الصورة التليفزيونية التى تم الاتفاق عليها دولياً هو تقسيم الصورة إلى خطوط (شرائح)

أفقية . ويبدأ الرسم من أعلى الصورة على اليسار فى خطوط أفقية حتى أسفل الصورة على اليمين بنفس طريقة قراءة صفحة مكتوبة بلغة أجنبية . ويختلف عدد الخطوط باختلاف النظام التليفزيونى . ففى أمريكا تقسم الصورة أفقياً إلى ٥٢٥ خطاً . وفى إنجلترا تقسم الصورة إلى ٤٠٥ خطاً . أما فى فرنسا فتقسم إلى ٨١٩ . وفى أوربا عامة بما فى ذلك الاتحاد السوفييتى وكذلك فى الجمهورية العربية المتحدة تقسم الصورة إلى ٦٢٥ خطاً (وذلك حسب توصيات الهيئة الاستشارية الدولية للراديو CCIR فى لوزان عام١٩٥١) . وسنتبنى أثناء الشرح فى هذا الكتاب النظام الأوربى سواء بالنسبة لعدد خطوط الصورة أو للقياسيات Standards الأخرى التى سنتكلم عنها فيما بعد .

وعدد الخطوط له أهمية كبرى فى النظام التليفزيونى ، لأنه يحدد تفاصيل الصورة التليفزيونية ومقدار جودتها . ومجموع الخطوط هذه تكون شكل إطار مستطيل يطلق عليه اسم « الهيكل الخطى Scanning Raster » أو باختصار « الرسم » .

(ب) تردد الصورة :

نعرف أن الوقت اللازم لرسم الصورة يجب أن يقل عن وقت إنطباع النظر . وقد ذكرنا أنه قد تم الاتفاق دولياً فى مجال السينما على أن الصورة تتردد بمعدل ٢٤ صورة فى الثانيـــة حتى تعطى الإحساس باستمرار الحركة .

وقد تم الاتفاق دولياً فى مجال التليفزيون على أن يكون معدل تردد الصورة هو ٢٥ صورة فى الثانية للنظم التليفزيونية فى الدول التى تردد ضغط العموم فيها يساوى ٥٠ ذبذبة فى الثانية . وهذا ينطبق على أغلب بلدان العالم . أما الولايات المتحدة فتستخدم معدل تردد ٣٠ صورة تليفزيونية فى الثانية لأن تردد ضغط العموم فيها يساوى ٦٠ ذبذبة فى الثانية . وسنناقش علاقة تردد الصورة بتردد ضغط العموم فيما بعد .

(خ) الخطوط المتشابكة Interlaced lines :

نتذكر عند الكلام عن السينما أن الصورة الواحدة تعرض مرتين حتى يصير معدل العرض ٤٨ صورة فى الثانية كى نمنع ارتعاش الصورة أى الزغللة . وكذلك فى التليفزيون لا يكفى معدل ٢٥ صورة فى الثانية لأنه يسبب زغللة . لذلك نتبع طريقة الخطوط المتشابكة لمضاعفة تردد الصورة التليفزيونية وجعله ٥٠ صورة فى الثانية بدلا من ٢٥ صورة فى الثانية .

١٤/١ طريقة الخطوط المتشابكة :

يمكن تمثيل طريقة الخطوط المتشابكة بقراءة صفحة مكتوبة بلغة أجنبية (أى من اليسار إلى اليمين) بطريقة معينة . هذه الطريقة هى أن نقرأ سطراً ونترك الآخر إلى نهاية الصفحة ، ثم نبدأ من أول الصفحة مرة ثانية لنقرأ السطور التى تركناها . أى نبدأ أولا بقراءة السطور الفردية من أعلا الصفحة إلى أسفلها ، ثم نعود ثانية إلى أول الصفحة لقراءة السطور الزوجية من أعلى إلى أسفل كذلك .

ويجدر بنا هنا أن نلاحظ السرعة التى تتم بها هذه القراءة فى حالة رسم صورة تليفزيونية بها ٦٢٥ خطاً (سطراً) ومعدل ترددها ٢٥ صورة فى الثانية . فى تلك الحالة يكون عدد الخطوط هو ٦٢٥ × ٢٥ = ١٥٦٢٥ خطاً فى الثانية . وهذا يعنى أنه تتم قراءة مثل هذا الكتاب فى أقل من ثانية باتباع طريقة رسم الصورة . أى أن سرعة رسم الصورة التليفزيونية تزيد عشرات الآلاف من المرات عن معدل القراءة العادى . من ذلك نرى أهمية رسم الصورة بواسطة شعاع كهارب بدلا من الوسائل الميكانيكية .

شكل (١٥/١) يوضح لنا طريقة الخطوط المتشابكة فى حالة النظام التليفزيونى الذى يستخدم ٦٢٥ خطاً فى الصورة ويتم الرسم بمعدل ٢٥ صورة فى الثانية . نرى من الشكل أن عدد الخطوط الفردية ٣١٢½ خطاً وكذلك عدد الخطوط الزوجية ٣١٢½ فيكون العدد الكلى للخطوط هو ٦٢٥ خطاً . ويبدأ

شعاع الكهارب يرسم الخط الأول (١) من أعلى اليسار متجهاً إلى اليمين حتى نهاية الخط . وعند نهاية الخط يقفز الشعاع بسرعة إلى اليسار ويبدأ فى رسم الخط الثانى (٣) تاركاً خطاً بينهما (٢) . ويستمر الرسم بنفس الطريقة إلى منتصف الخط الأخير (٦٢٥) ثم يقفز الشعاع بسرعة إلى أعلى ، وعندئذ يبدأ فى رسم النصف الثانى من الخط (٦٢٥) . وعند نهاية الخط (٦٢٥) يقفز الشعاع إلى اليسار ليبدأ رسم الخط (٢) تاركاً خطاً بينهما (١) . ويستمر الرسم بنفس الطريقة إلى نهاية الخط (٦٢٤) ثم يقفز الشعاع بسرعة إلى أعلى اليسار فى أول الخط (١) عند أول نقطة بدأ منها .

شكل(١/١٥) طريقة الخطوط المتشابكة فى النظام التليفزيونى الذى يستخدم ٦٢٥ خطا فى الصورة

يتم رسم ٦٢٥ خطاً ، أى صورة كاملة ، بعد $\frac{1}{25}$ ثانية .

ثم يرجع الشعاع من حيث بدأ ليرسم صورة أخرى ، ويتكرر ذلك ٢٥ مرة فى الثانية .

يلاحظ أن الشعاع عند رسم صورة واحدة قد تحرك من أول الصفحة إلى آخرها مرتين . مرة ليرسم الخطوط الفردية من (١) إلى منتصف (٦٢٥) . ومر أخرى ليرسم الخطوط الزوجية من (٢) إلى (٦٢٤) بالإضافة إلى النصف الثانى للخط (٦٢٥) . وكل من مجموعة الخطوط الفردية ومجموعة الخطوط الزوجية موضوعة بين بعضها بطريقة متشابكة ، ومن هذا جاء الاسم «الخطوط المتشابكة» . والمجموعة الواحدة للخطوط الفردية أو الزوجية تسمى «إطار Frame » . وتتكون الصورة من إطارين . ويكون معدل تردد

الإطار ضعف تردد الصورة ، أى ٥٠ إطاراً فى الثانية إذا كان معدل تردد الصورة ٢٥ صورة فى الثانية :

فى النظام الأمريكى تستخدم كلمة « إطار » بدلا من كلمة « صورة » الموجودة فى النظام الأوربى . كما تستخدم كلمة « مجال Field » فى النظام الأمريكى بدلا من كلمة « إطار » فى النظام الأوربى . ونستخدم فى هذا الكتاب التعبير الأوربى وهو أن الصورة تتكون من إطارين .

وميزة الخطوط المتشابكة أنها تعطى صورة أكثر ثباتاً ، لأن جوار نقطة ما على الشاشة يضاء ٥٠ مرة فى الثانية بمعدل تردد الإطار . وأنه فى حالة ٦٢٥ خطاً فى الصورة تكون المسافة بين خطوط كل من الإطار الفردى والإطار الزوجى صغيرة جداً ، بدرجة أننا نحصل عملياً على تأثير كما لو كان عندنا ٦٢٥ خطاً ترسم ٥٠ مرة فى الثانية . وطريقة الخطوط المتشابكة تضيع تأثير الزغللة ، كما فى حالة السينما عند عرض ٢٤ صورة سينمائية بمعدل ٤٨ مرة فى الثانية ، يعاد رسم ٢٥ صورة تليفزيونية بمعدل ٥٠ إطاراً فى الثانية .

وقد يتبادر إلى الذهن تساؤل عن عدم رسم ٦٢٥ خطاً لصورة كاملة بمعدل ٥٠ مرة فى الثانية بدلا من ٣١٢½ خطاً لإطار واحد بمعدل ٥٠ مرة فى الثانية . والرد على ذلك أن عدد الخطوط فى الثانية ظاهر أنه يقل إلى النصف بواسطة طريقة الخطوط المتشابكة . وميزة ذلك أن مولد الخطوط الأفقية يكون أبسط وأرخص فى حالة الخطوط المتشابكة . بالإضافة إلى أن عمل مكبرات ترددات الراديو والترددات البينية يكون كذلك أبسط وأرخص لأن ما نحتاجه من ترددات تعديل يكون أقل .

يظهر من الشكل (١/١٥) أن « ارتداد Flyback » الشعاع من أسفل الصورة إلى أعلاها لا يستغرق وقتاً (مرسوم عمودى فى نهاية الإطار الفردى) . وفى الحقيقة أن فترة الارتداد الرأسى تستغرق مدة لازمة لرسم من ٥ إلى ١٠ خطوط . وتحت تأثير مجال الانحراف الأفقى يأخذ الارتداد

مساراً متعرجاً . وأن فترة الارتداد تضبط بحيث أن جميع الإطارات الفردية تكون متشابهة ومتطابقة من حيث وضعها على الشاشة ، وكذلك بالمثل تتشابه وتتطابق جميع الإطارات الزوجية ؛ وأى فرق مهما كان طفيفاً فى فترة الارتداد ، ينتج عنه تأثير « ازدواج الخطوط Pairing of lines » الغير مرغوب فيه . لذلك من الضرورى جعل دائرة التزامن الرأسى مستقرة ولا تتأثر بمؤثرات خارجية .

وقد اتفق دولياً على أن تكون الصورة التليفزيونية مستطيلة . وقد أدت زيادة الحركة الأفقية فى المنظر إلى جعل عرض الصورة أكبر من ارتفاعها ؛ ونسبة عرض الصورة التليفزيونية إلى ارتفاعها يساوى ٤ : ٣ كما هو الحال فى الصورة السينمائية ويسمى ذلك « نسبة الشكل Aspect Ratio » .

ويمكن حساب بيان تفاصيل الصورة فى نظام ٦٢٥ خطاً بافتراض أن الخطوط تقسم إلى تفاصيل بمقدار عرض الخط . وعليه تكون التفاصيل الرأسيـــة ٦٢٥ تفصيلا بعـــدد الخطوط . أما التفـــاصيل الأفقية فتساوى ٦٢٥ × $\frac{٤}{٣}$ = ٨٣٣ تفصيلا . ومنه يكون مجموع تفاصيل الصورة ٦٢٥×٨٣٣= ٥٢٠٦٢٥ تفصيلا . وبالرجوع إلى مثل قراءة الصفحة يمكن مقارنة التفاصيل بالأحرف ، وعليه نستوعب الصفحة التليفزيونية حوالى نصف مليون حرفاً ؛ وتقرأ بمعدل ٢٥ صفحة فى الثانية ، أى بمعدل حوالى ١٣ مليون حرفاً فى الثانية ؛ وهذا يعنى أن رسم تفصيل واحد فى الصورة يحتاج فقط إلى جزء من ١٣ مليون جزءاً من الثانية ؛

أنابيب التصوير التليفزيونية

١٥/١ أنبوبة التصوير نوع ايكونوسكوب Iconoscope :

تركيبها :

قلنا فيما سبق أن أنبوبة الصورة تقوم مقام القرص المتحرك والصمام الكهروضوئى، وأول أنبوبة تصوير عملية اسمها ايكونوسكوب . وقد اخترعها دكتور « زفوريكين Zwarykin » فى سنة ١٩٢٨ . والأيكونوسكوب مبنية على «مبدأ تخزين الضوء Light Storage Principal » مما يجعلها أكثر حساسية

تتكون الأيكونوسكوب كما فى شكل (١٦/١) من أربعة أجزاء رئيسية :

(أ) « لوح الصورة Image Plate » وهو حساس للضوء وتركز عليه، بواسطة عدسة ، صورة المنظر المتلفز خلال شباك زجاجى ؛

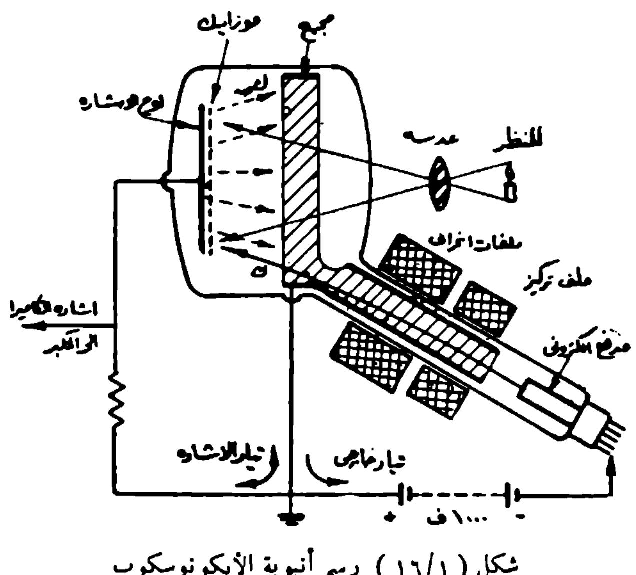
(ب) « مدفع إلكترونى Electron Gun » موضوع فى عنق الأنبوبة الغرض منه توليد شعاع من الكهارب يستخدم فى رسم الصورة .

(حـ) « ملفات انحراف Deflection Coils » لتحريك شعاع الكهارب أفقياً ورأسياً حتى يمكن رسم الصورة حسب طريقة الرسم المتفق عليها .

(د) أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تفريغاً جيداً ، يوجد بداخلها لوح الصورة والمدفع الألكترونى ، وتوضع ملفات التحريك حول عنقها قريبة من شعاع الكهارب .

يتركب لوح الصورة من لوح ميكا رقيق جداً سمكه حوالى ٠,٠٥ مم . وتغطى الميكا ، من جهة الوجه التى تقع عليه الصورة ، بطبقة من كريات السيزيوم الحساسة للضوء (أصغر من ٠,٠٠٠٥ مم) مساحتها حوالى ٩ سم × ١٢ سم . هذه الكريات تعد بمئات الآلاف ، وكل منها معزولة عن

جاراتها ، ويمكن اعتبار كل كرية خلية كهروضوئية صغيرة . وطبقة الكريات هذه تسمى « موزايك Mosaic » .



شكل (١٦/١) رسم أنبوبة الأيكونوسكوب

ويغطى الوجه الآخر للوح الميكا بطبقة مستوية من الجرافيت متصلة بأحد وصلات الإشارة الموجودة على الغلاف الزجاجى للأنبوبة . أما وصلة الإشارة الأخرى فتصلة بحلقة « المجمِّع Collector » وهو جزء من الطلاء الداخلى لحائط الأنبوبة . وهذا الطلاء المعدنى يقوم مقام مصعد المدفع الإلكترونى (شرح المدفع الإلكترونى وشعاع الكهارب موجود فى باب أنبوبة الشاشة) :

طريقة عملها :

كل كرية من طبقة الموزايك تعتبر خلية كهروضوئية تشع عدداً من الكهارب بمقدار ما يقع عليها من ضوء . وتتكون على كل كرية شحنة موجبة تتناسب مع عدد ما تشعه من كهارب (الكرية متعادلة قبل أن تشع كهارب ، فاذا خرجت منها كهارب سالبة ، تبقى عليها شحنات موجبة تساوى مقدار الكهارب التى فقدتها) . وطالما أن كل كرية معزولة عن

الكريات الأخرى وموجودة على ميكا عازلة ، فإنها تحتفظ بشحنتها . وعليه تختزن تفاصيل الصورة الضوئية المركزة على لوح الصورة ، على هيئة صورة من الشحنات موزعة على لوح الموزايك .

كل كرية تعتبر جزءاً من مكثف صغير ، فالميكا كعازل والكرية كلوح من ألواح المكثف ولوح الإشارة فى الجانب الآخر يمثل اللوح الثانى للمكثف . وبهذا يكون عندنا عدد كبير من المكثفات المختلفة الشحنات . وعندما يتحرك شعاع الكهارب ويصطدم بطبقة الموزايك لرسم الصورة ، تفرغ شحنات المكثفات الصغيرة الواحد يلو الآخر فى دائرة الإشارة الخارجة . وبما أن كل من الكريات مشحونة لجهد يختلف حسب شدة إضائة الصورة ، فان تيار الخروج يختلف من كرية إلى أخرى مكوناً إشارة كهربية تمثل التفـــاصيل الضوئية للصورة .

وقاعدة التخزين هذه تعطينا أكبر استفادة من الإضائة الموجودة ، لأن الضوء الساقط يخزن شحنات على الموزايك طول الوقت . هذا بالرغم من أن عملية تفريغ الشحنات تتم فقط عند اصطدام شعاع الكهارب بكرية الموزايك . وطالما أن كريات الموزايك تشحن باستمرار إلى جهد أعلى ولا تفرغ إلا فى لحظة اصطدام شعاع الكهارب بها ، يمكن الحصول على إشارة خروج أ كبر . وهذه الطريقة أحسن بكثير من طريقة القرص المتحرك والصمام الكهروضوئى حيث لا يخزن الضوء ، بل يستخدم الضوء الصادر من جزئ الصورة فى لحظة رسمه فقط .

وحساسية الأيكونوسكوب التى تستخدم قاعدة الخزن أفضل من حساسية جهاز القرص المتحرك ذى الرسم اللحظى بحوالى عشرة آلاف مرة . فالأيكونوسكوب تعطينا نسبة إشارة للشوشرة كبيرة ، وبذلك نحصل على صورة جيدة حتى باستعمال إضاءة معقولة .

وبالرغم من أن الأيكونوسكوب أول أنبوبة صورة عملية تستخدم قاعدة التخزين بكل ما لها من مزايا ، إلا أن بها بعض العيوب . فمثلا تسبب

الأيكونوسكوب ظهور ظلال معتمة على الصورة وخاصة على الجانب الأيسر لها وفى أعلاها ، وذلك نتيجة لعدم انتظام سحابة الكهارب أمام طبقـة الموزايك . كما أن قاعدة الخزن لا يستفاد منها إلا بمقدار حوالى من ٥٪ إلى ١٠٪ . وقد حلت محل الأيكونوسكوب أنابيب تصوير أكثر حساسية مثل أنبوبة « أورثيكون الصورة » .

١٦/١ أنبوبة تصوير نوع أورثيكون الصورة Image Orthicon :

أمكن تحقيق اختراع أنبوبة تصوير « أورثيكون الصورة » بطريقة عملية سنة ١٩٤٥ فحقق التليفزيون بذلك تقدماً كبيراً . وتمتاز « أورثيكون الصورة » بحساسية عالية أكبر بحوالى ١٥٠٠ مرة حساسية الأيكونوسكوب . ولذلك يمكن لأورثيكون الصورة تلفزة أى منظر يمكن أن تراه العين بجودة عالية . وقد حلت أورثيكون الصورة محل الأيكونوسكوب بنجاح كبير سواء فى الإذاعات الخارجية أو فى داخل الأستديو .

وتتركب أورثيكون الصورة كما فى شكل (١٧/١) من ثلاثة أقسام رئيسية داخل أنبوبة زجاجية مفرغة جيداً . هذه الأقسام هى :

(أ) قسم الصورة .

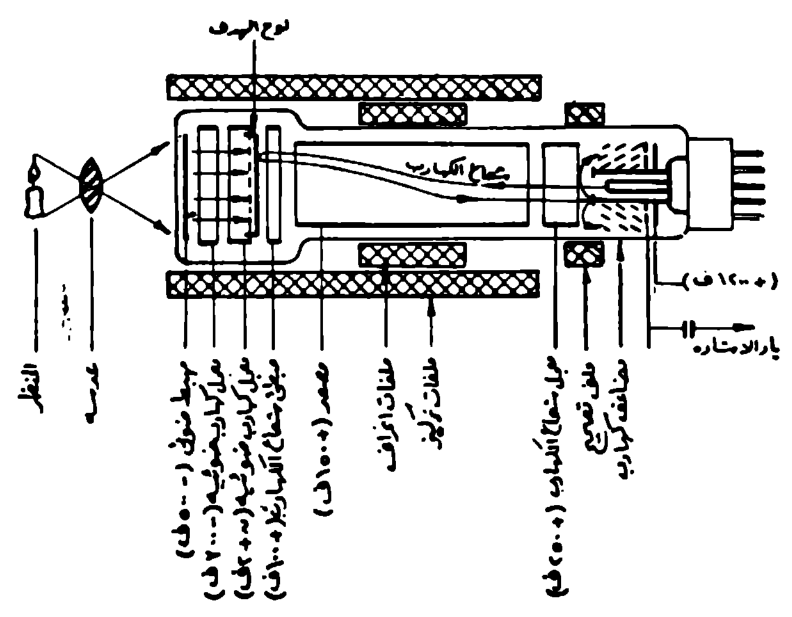
(ب) قسم راسم الصورة .

(حـ) قسم مضاعف الكهارب .

كما توجد حول الأنبوبة ملفات مختلفة لضبط شعاع الكهارب وتركيزه وتحريكه أفقياً ورأسياً لبرسم الصورة .

وطريقة عمل أورثيكون الصورة كما فى الشكل (١٧/١) هى أن يركز الضوء المنعكس من المنظر المتلفز على « المهبط الضوئى Photo Cathode » بقسم الصورة . وهناك تتحول الصورة الضوئية إلى صورة شحنات مماثلة على « لوح الهدف Target Plate » . وأحد أوجه لوح الهدف يستقبل

الكهارب المشعة من المهبط الضوئى ، بينما الوجه الآخر يتحرك عليه شعاع الكهارب فى قسم راسم الصورة . ونتيجة لذلك يولد شعاع الكهارب إشارة كهربية تمثل الصورة بأجمعها . وهذه الإشارة تكبر فى قسم مضاعف الكهارب فتعطينا إشارة الخروج المطلوبة للكاميرا .



شكل (١٧/١) رسم أنبوبة أورثيكون الصورة

(أ) قسم الصورة :

المهبط الضوئى عبارة عن لوح شفاف من الزجاج مغطى من الداخل بمادة كهروضوئية ، وحجمه ٢٤ × ٣٢ مم ، وموضوع مباشرة خلف الوجه الأمامى لزجاج الأنبوبة . ويستقبل المهبط الضوئى الصورة الضوئية على الوجه الأمامى ، فتنطلق كهارب من الوجه الخلفى المقابل للوح الهدف . وكمية الكهارب المنطلقة من أى نقطة على المهبط الضوئى تتناسب طردياً مع شدة إضاءة تلك النقطة . ومن ذلك يكون توزيع الكهارب مماثلا لتغير الإضاءة على الصورة الضوئية ، فتتكون صورة شحنات .

تسير الكهارب المنطلقة من المهبط الضوئى نحو الهدف تحت تأثير فرق الجهد بينهما ؛ إذ أن جهد المهبط الضوئى ـ ٥٠٠ فولت بينما الشبكة المعدنية الرقيقة الموجودة أمام لوح الهدف جهدها حوالى +٣ فولت ويمنع تنافر الكهارب مع بعضها أثناء سيرها وجود ملف تركيز حولها . وبذلك تتكون على لوح الهدف صورة شحنات مماثلة للصورة الموجودة على المهبط الضوئى .

ويتكون لوح الهدف من شريحة رقيقة من الزجاج ، سمكها حوالى ٠,٠٠٥ مم ، ولها خاصية التوصيل الكهربى قليلا . ومركب أمامها من جهة المهبط الضوئى شبكة معدنية رقيقة على بعد حوالى ٠,٠٥ مم. والشبكة المعدنية دقيقة جداً إذ يوجد بها حوالى ١٦٠٠ شعرة فى المللى متر المربع ، لأن تقسيمها يجب أن يكون أدق من بيان تفاصيل الصورة التليفزيونية. وتصنع تلك الشبكة فى العادة بطريقة « النقش Etching » الفوتوغرافية .

وعند وصول الكهارب من المهبط الضوئى إلى لوح الهدف تكون قد اكتسبت سرعة كافية تحت تأثير مجال فرق الجهد . وباصطدام الكهارب المسرعة بلوح الهدف تنطلق منه كهارب ثانوية . وكل كهرب أولى يصطدم بالهدف يسبب انطلاق عدة كهارب ثانوية تاركة نقطة جهد موجب على لوح الهدف . ومقدار الجهد الموجب لنقطة ما يعتمد على عدد الكهارب الثانوية التى انطلقت منها ، وهذه بدورها تعتمد على عدد الكهارب الأولية التى اصطدمت بها . ولما كان عدد الكهارب الثانوية المنطلقة أكثر من عدد الكهارب الأولية التى تصطدم بالهدف ، نجد أن جهد أى نقطة على الهدف أعلى من جهد النقطة المناظرة على المهبط الضوئى . وهذا يعنى أن صورة الشحنات على المهبط الضوئى تكبر على لوح الهدف .

وتجمع الكهارب الثانوية بواسطة الشبكة المعدنية التى يكون جهدها عادة أعلى من جهد لوح الهدف بحوالى فولت واحد . وبذلك نمنع تكوين سحابة الكهارب بكل ما لها من عيوب .

وتنتقل صورة الشحنات كذلك إلى الوجه الآخر للوح الهدف ، لأن لوح الزجاج رقيق جداً بدرجة لا تعوق مرور كهارب من الوجه الأمامى إلى الوجه الخلفى وبالعكس ، هذا بالرغم من أن الزجاج ردئ التوصيل للكهرباء .

وتظل الشحنات متجاورة ولا تتعادل لأن لوح الهدف الزجاجى ردئ التوصيل فى اتجاه سطحه المتعامد على محور الأنبوبة. هذا ويمكن الاستفادة من قاعدة الخزن السابق ذكرها .

(ب) قسم راسم الصورة :

فى شكل (١/١٧) ، يولد المدفع الإلكترونى شعاع كهارب يتحرك نحو لوح الهدف تحت تأثير الجهد المعَجِّل (جهد موجب يصل إلى بعض مئات من الفولتات) للشبكات المتصلة داخلياً بالطبقة المعدنية الموصلة المغطية للسطح الداخلى لحائط الأنبوبة . ويركز شعاع الكهارب على الهدف بواسطة المجال المغناطيسى لملف التركيز الموجود حول الأنبوبة ؛ ويعطينا ملف الضبط مجالا مغناطيسياً يمكن تغييره لضبط وضع شعاع الكهارب ، وذلك لتصحيح أى إخلال فى الوضع الميكانيكى للمدفع الإلكترونى . ويتم تحريك شعاع الكهارب رأسياً وأفقياً لرسم الصورة بواسطة ملفات التحريك الموجودة على الأنبوبة من الخارج .

ولأن جهد لوح الهدف قريب من الصفر ، نجد الكهارب تقل سرعتها كلما قربت من لوح الهدف إلى أن تصل سرعتها إلى الصفر عند سطح اللوح ، ثم عندئذ تعود ثانية من حيث أتت إلى المدفع الإلكترونى . وحسب جهد كل من مساحات لوح الهدف ، نجد أن بعض كهارب الشعاع ترسوا على سطح الهدف ، بينما الكهارب الأخرى تقف عند السطح الزجاجى ثم تعود ثانية فى اتجاه المدفع الإلكترونى . فالمساحات على سطح الهدف ، التى جهدها موجب أكثر ، تحتاج لعدد أكبر من كهارب الشعاع لتعادلها عن المساحات الموجبة بمقدار أقل . أما كهارب الشعاع الباقية بعد ما استهلك منها فى معادلة

الجهد الموجب على سطح الهدف فى نقطة ما ، فترجع ثانية فى اتجاه المدفع الإلكترونى : هذه الكهارب الراجعة من الهـــدف تعطى تيار الإشارة المطلوب .

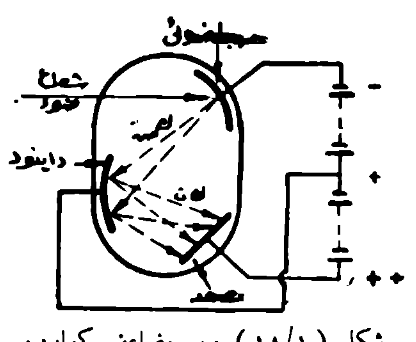
وعندما يمسح Scan (من مساحة) شعاع الكهارب لوح الهدف ، نجد أن تفاصيل صورة الشحنات المناظرة للصورة المتلفزة تحدد لنا عدد الكهارب الراجعة من كل نقطة لحظة وقوع شعاع الكهارب عليها. فالأجزاء المظلمة من الصورة تعطى أجزاء موجبة قليـــلا على الهدف ، وتحتاج إلى عدد أقل من الكهارب ليعادل شحنتها . وعليه يرجع عدد كبير من كهارب الشعاع نحو المدفع الإلكترونى فى هذه الحالة . أما الأجزاء المضيئة من الصورة فتعطى أجزاء موجبة أكثر على الهدف ، وتحتاج لعدد أكبر من الكهارب ليعادل شحنتها . وعليه يرجع نحو المدفع الإلكترونى عدد كهارب أقل من تلك الأجزاء . وبهذه الطريقة يرجع سيل كهارب من الهدف نحو المدفع الإلكترونى تتغير قيمته حسب توزيع الشحنات على لوح الهدف وما يناظرها عـــلى الصورة الضوئية .

وتغير قيمة سيل الكهارب المرتد مع الزمن أثناء مسح الصورة يعطينا إشارة تمثل الصورة المتلفزة ، وتحتوى على كل تفاصيلها .

ذكرنا فيما سبق أن الأيكونوسكوب لا تستخدم من قاعدة الخزن إلا حوالى من ٥٪ إلى ١٠٪ فقط ، وذلك بسبب وجود سحابة الكهارب الناتجة من اصطدام شعاع كهارب سرعته عالية بطبقة الموزايك . ينتج عن الاصطدام كهارب ثانوية تكوّن سحابة قرب الموزايك . هذه السحابة تمطر طبقة الموزايك بالكهارب فتفقدها ما اكتسبته من جهد نتيجة لانطلاق الكهارب الضوئية من سطحها ، فيقل تأثير قاعدة الخزن . أما فى أورثيكون الصورة فقد أمكن التغلب على ذلك باستخدام شعاع كهارب سرعته بطيئة وبذلك أمكن الاستفادة من قاعدة الخزن .

(ح) قسم مضاعف الكهارب :

لكى نفهم عمل مضاعف الكهارب نشرح الآتى : إذا اصطدم كهرب واحد يتحرك بسرعة معينة بسطح مادة عولجت بطريقة خاصة ، يمكن أن ينطلق من السطح عدة كهارب ثانوية . وبوضع مجال كهربى مناسب، توجه الكهارب إلى مصعد يجمعها بغرض الاستفادة منها . وهذا مبين فى شكل (١٨/١) حيث يسقط شعاع ضوء على المهبط الضوئى ط١ فتنطلق منه كهارب ضوئية لكى فى المسارات المبينة تحت تأثير جذب القطب الموجب ط٢ لهـا . والقطب ط٢ يسمى المهبط الثانوى أو « داينود Dynode » لقيامـه بعمل الكاثود والآنود (المهبط والمصعد) . وعنـدما يصطدم الكهرب الضوئى بالداينود ط٢ تنطلق منه عدة كهارب ثانوية لكل (مثلا ٤ كهارب ثانوية لكل كهرب ضوئى) . والكهارب الثانوية المنطلقة تنجذب إلى المصعد ح الأعلى جهداً ، وتكوّن تيار ت٢ . وجدير بالملاحظة أن مادة وسطح المصعد يجب ألا تساعد على انطلاق كهارب ثانوية ، بعكس الداينود الذى تختار مادته ويعالج سطحه ليساعد على انطلاق الكهارب الثانوية .



شكل (١٨/١) رسم مضاعف كهارب

بهذه الطريقة يضاعف عدد الكهارب المنطلقة من ط١ أربعة مرات بعد اصطدامها بالداينود ط٢ . وبذلك تكون شدة تيار دائرة المصعد أربعة أضعاف تيار دائرة المهبط الضوئى ت١ . ومن هذا جاء اسم مضاعف الكهارب ، وهو يعطى تكبيراً مقداره أربعة فى تلك الحالة . وكلما تضاعف عدد الداينود ، كلما تضاعف التكبير .

ولنرجع الآن ثانية إلى أنبوبة أورثيكون الصورة : فشعاع الكهارب

المرتد من لوح الهدف يرجع إلى مضاعف الكهارب ليكبر . ويتكون مضاعف الكهارب من عدة داينودات ، كل منها على شكل قرص معدنى مفتوح به ريش مائلة . وكل داينود له جهد موجب أكبر بحوالى ٢٠٠ إلى ٣٠٠ فولت عن سابقه ، لكى يجذب إليه الكهارب الثانوية المنطلقة من الداينود السابق له . فاذا كان عندنا خمسة مراحل للتكبير ، وكل مرحلة تكبر حوالى ٤ مرات ، نحصل على تكبير كلى يساوى ٤ × ٤ × ٤ × ٤ × ٤ أى حوالى ١٠٠٠ . وفى المرحلة الأخيرة تجمع الكهارب الثانوية بواسطة المصعد الذى يصل إليه ضغط حوالى ١٥٠٠ فولت عن طريق مقاومة الحمل ، وتكون لتيار المصعد نفس تغيرات شعاع الكهارب الراجع من الهدف مكبرة بمقدار الكسب فى مضاعف الكهارب ؛ ومن ثم يكون الضغط على مقاومة الحمل م٤ هو ضغط الخروج المطلوب ، الذى يصل إلى مكبر الإشارة بالكاميرا بواسطة المكثف .

تلخيص عمل أورثيكون الصورة :

يمكن تلخيص عمل أورثيكون الصورة كالآتى :

- يركز ضوء المنظر المتلفز على المهبط الضوئى حيث تتحول الصورة الضوئية إلى صورة شحنات مماثلة .
- تؤثر صورة الشحنات على لوح الهدف فتنطلق منه كهارب ثانوية ، ويتولد عليه نتيجة لذلك صورة شحنات موجبة مماثلة لصورة المنظر المتلفز .
- يولد المدفع الإلكترونى شعاع كهارب سرعته بطيئة ، وعندما يصل الشعاع إلى لوح الهدف ترسو بعض الكهارب عليه بما يكفى لمعادلة الشحنات الموجبة . أما الكهارب المتبقية فى الشعاع بعد ذلك فترتد نحو المدفع الإلكترونى .

- عندما يمسح شعاع الكهارب لوح الهدف يرتد وقد عدلت قيمته حسب صورة الشحنات .

- يدخل الشعاع المعدل إلى مضاعف الكهارب حيث يكبر ويخرج منه ليعطى إشارة خروج تمثل تفاصيل الصورة المتلفزة .

مآخذ على أورثيكون الصورة :

رغم مزايا أورثيكون الصورة ، وخاصة حساسيتها الكبيرة ، إلا أنه يؤخذ عليها بعض عيوب أهمها :

- تعطى الأيكونوسكوب تفاصيل أدق مما تعطيه أورثيكون الصورة .

- يحدث انطباع للصورة وخاصة أثناء تشغيل الأنبوبة عند درجات الحرارة المنخفضة . وانطباع الصورة عبارة عن أن صورة سالبة تبقى مطبوعة على الأنبوبة إذا ظلت الكاميرا مركزة على منظر ثابت شديد الإضاءة لفترة طويلة نسبياً .

- عند تشغيل الأنبوبة فى درجات حرارة شديدة الارتفاع تضيع معالم الصورة (يجب تشغيلها عند درجة حرارة ثابتة حوالى ٣٠°م) .

- العمل فى ضوء شديد جداً لا يلائم أورثيكون الصورة . وقد أنتج منها نوعين واحد للأستديوهات والآخر للاذاعات الخارجية .

- قد يحدث تغير فى أداء أورثيكون الصورة من وقت لآخر كأى جهاز يستخدم السيزيوم .

- صعوبة صناعة وتركيب لوح الهدف والشبكة المرافقة له للدقة المتناهية المطلوبة لذلك ، بالإضافة إلى صعوبة تصميم شعاع الكهارب والتحكم فيه .

- تحتاج أثناء التشغيل إلى أن تكون الضغوط والتيارات المغذية للأنبوبة مستقرة تماماً ، كما يجب حماية الأنبوبة من جميع التداخلات الكهربية والمغناطيسية بما فى ذلك المغناطيسية الأرضية .

وبالرغم من كل ذلك فأورثيكون الصورة شائعة الاستعمال داخل وخارج الأستديو لما لها من حساسية عالية .

١٧/١ أنبوبة تصوير فيديكون Vidicon

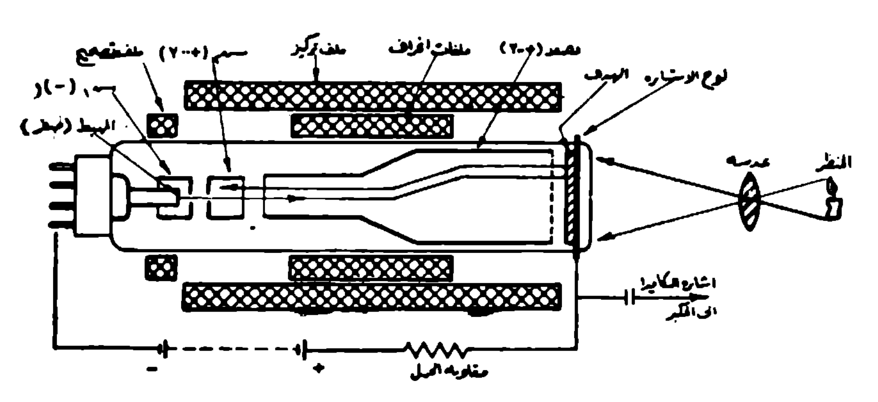
لم تخترع الفيديكون لمنافسة أورثيكون الصورة فى حساسيتها ، ولكن كان الهدف منها أن تحل أنبوبة تصوير أبسط فى كل شىء محل أورثيكون الصورة التى تضع عبئاً كبيراً على كل من الصانع والمشغل على حد السواء . ولو أن هذا الهدف لم يتحقق كلية بواسطة الفيديكون .

والفيديكون تنبنى على خاصية تخالف سابقيها . فكل من الأيكونوسكوب وأورثيكون الصورة تعتمد على الخاصية الكهروضوئية ، وهى انطلاق كهارب من المادة عند تعرضها للضوء . أما الفيديكون فتستخدم خاصية « التوصيل الضوئى Photo conductivity » ، وهى نقص مقاومة المادة المصنوع منها الهدف عند تعرضها للضوء .

وطريقة عمل الفيديكون مبينة بشكل (١٩/١) . يتركب الهدف من غشاء موصل شفاف يسمى « لوح الإشارة » موضوع على السطح الداخلى لوجه الأنبوبة . ولوح الإشارة مغطى بطبقة رقيقة جداً من مادة نصف موصلة مثل أوكسيد الأنتيمون . هذه الطبقة تكون عازلة فى الظلام وموصلة قليلا عندما يقع عليها ضوء . ولوح الإشارة يتصل بجهد موجب يتغير بين ١٠ فولت و ١٠٠ فولت حسب شدة إضاءة التشغيل .

عندما تسقط الصورة على الهدف نجد أن المساحات المضيئة من المـــادة النصف موصلة تصير أكثر أو أقل توصيلا حسب شدة الإضاءة الواقعة عليها . وعليه ينفذ الجهد الموجب من لوح الإشارة إلى سطح الطبقة النصف موصلة الذى يمسحه شعاع الكهارب إلى مسافة أكبر أو أقل . وفى أثناء تحرك شعاع الكهارب على الهدف يعادل المساحات الموجبة بأن يعطيها بعض كهاربه قبل أن يرتد إلى المجمع . وتلك الكهارب التى يعتمد عددها على مقدار شدة إضاءة

جزئ الصورة الذى يرسمه شعاع الكهارب ، يمكن أخذها من لوح الإشارة عن طريق السعة الموجودة بينه وبين الطبقة النصف موصلة . وبهذا نحصل على الإشارة المطلوبة .



شكل (١٩/١) رسم أنبوبة فيديكون

والتركيب البسيط للفيديكون مكّن من أن يكون حجمها صغيراً (طولها حوالى ١٥ سم وقطرها حوالى ٢,٥ سم) . كما أن حساسية الفيديكون أكبر من سابقيها وهذا ما يجعلها ليست فى حاجة إلى مضاعف كهارب . والفيديكون أكثر استقراراً فى التشغيل وتحتاج إلى أجهزة تحكم بسيطة .

وتستخدم الفيديكون أساساً فى تلفزة الأفلام والشرائح ، ولو أن بعض المحطات تستخدمها فى تلفزة مناظر حية خاصة بالأخبار وما شابهها التى لا تحتاج إلى حركة كثيرة . وينتشر استخدام الفيديكون كذلك فى التليفزيون الصنـــاعى .

المونوسكوب Monoscope :

المونوسكوب عبارة عن أنبوبة تصوير ذات صورة ثابتة لتعطى إشارة لأغراض الاختبار . وعمل المونوسكوب يشابه الأيكونوسكوب ، مع فرق أنه بدلا من الموزايك يطبع « نموذج اختبار Test Pattern » على لوح الصورة :

الكاميرات :

فى الأستديو توضع أنابيب التصوير فى صناديق معدنية تتحرك على عجل لتسمح بالحركة من وضع إلى آخر بسرعة وبهدوء . ويوضع داخل الصندوق مع الأنبوبة عدة مكبرات لتكبير إشارة الفيديو الضعيفة فور توليدها ثم ترسل فى الكابل . والسبب فى ذلك هو أن إشارة الفيديو تكون ضعيفة حتى فى أحسن الظروف . فاذا أرسلنا تلك الإشارة الضعيفة فى كوابل محورية طويلة ، فانها تكون أضعف من أن تتغلب على الشوشرة الموجودة عند وصولها إلى جهاز الإرســـال .

ملخص (١)

١ — النظام التليفزيونى هو طريقة إرسال واستقبال الصورة المرئية المتحركة بأمانة من مكان إلى آخر بعيد ، بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية ، وكذلك الصوت المصاحب .

٢ — الفرق بين الصوت والصورة هو : أن الصوت له قيمة واحدة فى لحظة ما عند أى نقطة معينة . أما الصورة فلها قيم وضعية مختلفة موزعة على مساحة مسطحها ، تصل جميعها فى آن واحد إلى أى نقطة ما ، وتختلف من لحظة إلى التى تليها فى حالة الصور المتحركة .

٣ — بيان الصورة هو مقدرتها على إظهار جزيئاتها المتجاورة كمساحات منفصلة تميزها العين عن بعضها . ومقدار بعد المشاهد عن الصورة يؤثر على بيان تفاصيلها .

٤ — إنطباع النظر يعنى أن العين تستمر فى الشعور بالرؤية لفترة بعد زوال مؤثرها . وأنبنت السينما على هذا الأساس .

٥ — الظاهرة الكهروضوئية هى أن بعض المواد لها خاصية إطلاق كهارب عندما تتعرض للضوء ، وتتناسب عدد الكهارب المطلقة تناسباً طردياً مع شدة الإضاءة . وعلى هذا الأساس ينبنى الصمام الكهروضوئى .

٦ — كان يوجد تفكير فى رسم الصورة بطريقة ميكانيكية ، بواسطة صمام كهروضوئى وقرص دوار به ثقوب . وتسمى هذه الطريقة باسم طريقة نيبكو لرسم الصورة ، وقد لاقت صعوبات .

٧ — توجد نظم تليفزيونية مختلفة، وسنتكلم عن نظام CCIR . وفى هذا النظام تقسم الصورة إلى ٦٢٥ خطاً ، وتتبع طريقة الخطوط المتشابكة لمضاعفة تردد الصورة التليفزيونية وجعله ٥٠ صورة فى الثانية .

٨ — أنبوبة التصوير نوع أيكونوسكوب تنبنى على « مبدأ تخزين الضوء » . وتتركب من لوح الصورة الحساس للضوء الذى تركز عليه صورة المنظر ، ومدفع الكترونى يولد شعاع كهارب يستخدم فى رسم الصورة ، وملفات إنحراف لتحريك شعاع الكهارب أفقياً ورأسياً لبرسم الصورة .

٩ — تمتاز أورثيكون الصورة بحساسية عالية . وطريقة عملها كالآتى : تتحول الصورة الضوئية إلى صورة شحنات مماثلة على لوح الهدف الذى يتحرك على أحد أوجهه شعاع كهارب . ونتيجة لذلك يولد شعاع الكهارب إشارة كهربية تمثل الصورة ، وتكبر هذه الإشارة بقسم مضاعف الكهارب لتعطى إشارة الخروج المطلوبة .

١٠ — تستخدم الفيديكون خاصية « التوصيل الضوئى » . والفيديكون بسيطة : وحجمها صغير ، وحساسيتها عالية وتشغيلها مستقر .

أسئلة (١)

١ – ناقش بالتفصيل حركة شعاع الكهارب أثناء الرسم المتشابك للصورة على شاشة التليفزيون ؟

٢ – كيف أمكن التغلب على مشكلة ارتعاش الصورة فى السينما وفى التليفزيون ، ولماذا ينجح ذلك فى التغلب على الارتعاش ؟

٣ – كم خط أفقى يرسمها شعاع الكهارب على الشاشة فى ١/٢٥ من الثانية ؟

٤ – لماذا تتطلب التفاصيل الجيدة للصورة ضرورة إرسال واستقبال معلومات كثيرة عن الصورة فى فترة قصيرة من الوقت ؟

٥ – اشرح ما تعرفه عن العين ، موضحاً كيف تصل تفاصيل معلومات الصورة إليها ، وكيف تميز العين بين جزيئات الصورة ، وما تأثير كل من مسافة المشاهدة وزاوية المشاهدة ؟

٦ – كيف كان يتم رسم الصورة بطريقة ميكانيكية ، ولماذا تحول إلى طريقة كهربية ؟

٧ – اذكر أسماء ثلاثة أنواع من أنابيب التصوير التليفزيونية ، واشرح عمل أحدها ؟

٨ – ماذا تعرف عن مضاعف الكهارب ، وأين يستخدم ؟

٩ – كيف يمكن تخزين تفاصيل الصورة الضوئية على هيئة صورة من الشحنات ، وما كيفية الاستفادة بها ؟

١٠ – ما هى خاصية « التوصيل الضوئى » ، وكيف تتم ، وكيف يستفاد منها فى أنابيب الصورة ؟

١١ – اذكر الآتى بالأعداد : نسبة الصورة التليفزيونية ، معدل تكرار الصورة ، معدل رسم الخطوط الأفقية للصورة (خط فى الثانية) .

الباب ٢

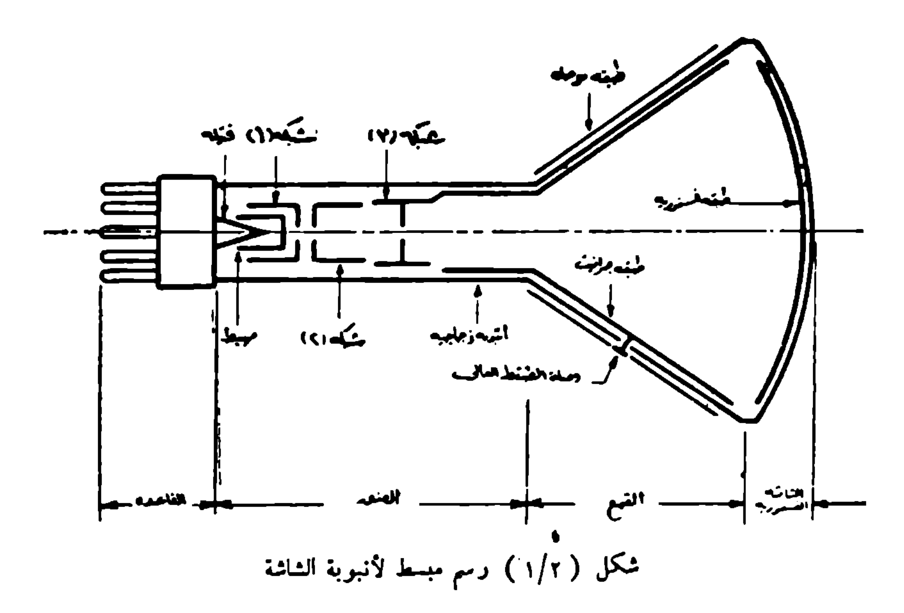
شاشة التليفزيون

١/٢ أنبوبة الشاشة :

تقوم أنبوبة الشاشة بالنسبة للتليفزيون بدور مماثل للذى تقوم به السماعة بالنسبة للراديو . فسماعة الراديو تحول الإشارات الكهربية الواصلة لها إلى موجات من التضاغط والتخلخل فى الهواء تصل إلى أذن المستمع كأصوات ؛ وشاشة التليفزيون تحول إشارات الفيديو الداخلة لها إلى صورة تظهر على سطحها وتصل إلى عين المشاهد .

وأنبوبة الشاشة المستخدمة فى أجهزة التليفزيون تشبه إلى حد كبير أنبوبة أشعة المهبط المعروفة والمستخدمة فى « الراسم الكهربى Oscilloscope » . وتتكون أنبوبة الشاشة من مدفع الكترونى يولد شعاع من الكهارب تختلف شدته حسب قوة إشارة الصورة الواصلة له ، وتواجهه شاشة مغطاة بطبقة فسفورية تشع ضوءاً فى مكان اصطدام الكهارب بها بمقدار شدة الشعاع . ويحتاج شعاع الكهارب إلى أن يكون مركزاً فى نقطة عند التقائه بالشاشة ، ويتم ذلك باحدى الوسائل الكهروستاتيكية أو المغناطيسية . كما يحتاج شعاع الكهارب نفسه إلى وسيلة للتحريك الأفقى والرأسى كى يرسم الصورة على سطح الشاشة ويتم ذلك أيضاً باحدى الوسائل الكهروستاتيكية أو المغناطيسية .

نرى فى شكل (١/٢) رسماً مبسطاً لأنبوبة الشاشة ، وهى عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة تتكون من الوجه (أو الشاشة) والعنق ويربط بينهما باقى زجاج الأنبوبة وهو على شكل قمع . ويوجد داخل العنق مهبط بداخله فتيلة وحوله شبكة حاكمة أمامها قطبان أو أكثر .



شكل (١/٢) رسم مبسط لأنبوبة الشاشة

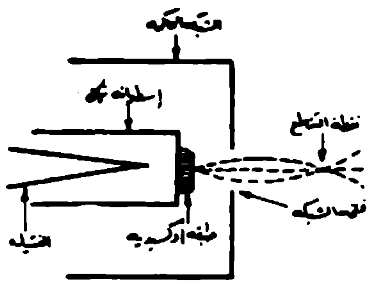
٢/٢ المهبط والشبكة والأقطاب :

(أ) المهبط :

المهبط المستخدم فى أنبوبة الشاشة يكون عادة من نوع التسخين الغير مباشر . ويتكون كما فى شكل (٢ / ٢) من اسطوانة من النيكل النقى بداخلها فتيلة من سلك التنجستن للتسخين ، ونهاية الأسطوانة مغطاة بطبقة من أكاسيد الاسترانشيوم والباريوم . هذه الطبقة الأوكسيدية لها مقدرة على إشعاع الكهارب عندما ترتفع درجة حرارتها بواسطة الفتيلة . ومساحة الطبقة الأوكسيدية محدودة ، وذلك لكى تتحرك الكهارب المشعة منها فى اتجاه الشاشة الفسفورية فقط ، تحت تأثير جذب الجهد الموجب الموجود على الأقطاب لها ،

(ب) الشبكة الحاكمة :

يحيط بالمهبط أسطوانة ذات قطر أكبر ، لها نفس محوره ، ونهايتها مسدودة وبها ثقب صغير فى المركز ، تلك هى الشبكة الحاكمة ، وهى تتحكم فى اتجاه الكهارب المشعة من المهبط ، كما تتحكم كذلك فى تعديل شدة شعاع الكهارب .


شكل (٢/٢) مهبط يستخدم فى أنبوبة الشاشة

والتحكم فى الاتجاه يأتى من أن الكهارب ليس لها إلا منفذ واحد ، هو الثقب الصغير الموجود فى نهاية الشبكة عند المركز . هذا وخاصة إذا علمنا أن الشبكة متصلة بجهد يجعلها سالبة بالنسبة للمهبط ، مما يجعل الكهارب المشعة تتنافر معها فلا تصل إليها . أما فى منطقة الثقب فيصل مجال الجهد الموجب للأقطاب ويجذب إليه شعاع الكهارب من خلال الثقب .

أما التحكم فى تعديل شدة شعاع الكهارب فيتم عن طريق تغيير الجهد بين الشبكة والمهبط . فكلما زاد الجهد السالب للشبكة بالنسبة للمهبط ، كلما قل عدد الكهارب المارة بالثقب ، والعكس صحيح ، أى أنه كلما صار جهد الشبكة أقل سالبية بالنسبة للمهبط ، تزيد شدة شعاع الكهارب المار من الثقب . وأحد العوامل التى تؤثر على شدة إضاءة الشاشة الفسفورية عند اصطدام شعاع الكهارب بها ، هو مقدار عدد كهارب الشعاع . ومنه نرى أن مقدار الجهد السالب للشبكة بالنسبة للمهبط يحدد شدة إضاءة الصورة .

ويتصل بالشبكة جهدان ، أحدهما ثابت والآخر متغير . والجهد السالب الثابت للشبكة يصل إليها عن طريق مجزئ ضغط يتصل بمفتاح شدة الإضاءة بجهاز التليفزيون . أما الجهد المتغير فهو الإشارة التليفزيونية الحاملة للصورة .

والتحكم فى اتساع الإشارة التليفزيونية يمكّن من التحكم فى التباين بـــين المساحات المضيئة وللمساحات المظلمة فى الصورة الواحدة .

وعندما يزيد الجهد السالب للشبكة إلى مقدار كاف لصد جميع الكهارب ومنعها من الوصول للشاشة الفسفورية ، يتوقف شعاع الكهارب ، وتتوقف إضاءة الشاشة ، وبمثل ذلك مناطق السواد فى الصورة ، ويسمى هذا الجهد جهد القطع (ص.ن C.O.) . وقد يصل جهد القطع إلى ١٠٠ فولت بين الشبكة والمهبط ، ويختلف باختلاف نوع أنبوبة الشاشة .

(ح) الأقطاب :

الأقطاب الموجودة أمام الشبكة الحاكمة عبارة عن مجموعة اسطوانات معدنية لها نفس محور الشبكة وبها ثقوب . ويتصل بهذه الأقطاب جهود موجبة ، فيتصل القطب الأول مثلا بحوالى ٢٥٠ فولت موجب ، وآخر قطب يتصل بطبقة الجرافيت الموجودة بداخل القمع وجهدها عال ، حوالى ١٦ كيلوفولت (من ٧ إلى ٢٥ كيلو فولت حسب النوع) . ومن مهمة هذه الأقطاب تعجيل سرعة الكهارب وهى فى طريقها إلى الشاشة .

والجهد العالى النهائى يحدد السرعة الأخيرة للكهارب ، وعليه تتحدد أقصى شدة إضاءة ممكنة على الشاشة الفسفورية . وهنا يجب أن نتذكر أن مقدار شدة شعاع الكهارب عند اصطدامه بالشاشة تعتمد على مقدار كل من عدد الكهارب وسرعتها النهائية .

كما أنه يمكن استخدام هذه الأقطاب فى مهمة أخرى وهى تركيز شعاع الكهارب ، كما سنشرح فيما بعد عند الكلام عن التركيز الكهروستاتيكى للشعاع .

٣/٢ القمـــــع :

يغطى داخل القمع بطبقة جرافيتية موصلة ، تصل إلى جزء من العنق كذلك . هذه الطبقة لونها أسود ، لتلافى انعكاسات الضوء داخل أنبوبة الشاشة .

يوصل بها الضغط العالى – وهو حوالى ١٦ كيلو فولت كما ذكرنا – عن طريق وصلة تنفذ من زجاج القمع تسمى وصلة الضغط العالى . ويصل الضغط العالى عن طريق وصلة الضغط العالى إلى القطب النهائى لاتصاله بطبقة الجرافيت هذه . أما باقى التوصيلات للأقطاب الأخرى فتم عن طريق قاعدة أنبوبة الشاشة الموجودة بنهاية العنق .

ويوجد كذلك بين الشاشة الفسفورية وطبقة الجرافيت هذه اتصال ولكنه من نوع جديد ، يسمى الاتصال الإلكترونى . ولشرح ذلك نقول أنه نتيجة لاصطدام شعاع الكهارب بالشاشة الفسفورية ، تنطلق كهارب خارج الشاشة وتسمى هذه العملية بالقذف الثانوى . وعدد الكهارب الثانوية المنطلقة تعتمد على مادة السطح من ناحية، وعلى سرعة كهارب الشعاع المصطدم من ناحية أخرى . هذه الكهارب الثانوية المنطلقة من السطح تنجذب إلى الضغط العالى الموجود على السطح الجرافيتى الداخلى للقمع ، وبهذا يصير سطح الشاشة موجباً . وباستمرار انطلاق الكهارب الثانوية ، يزيد الضغط الموجب على سطح الشاشة إلى أن تصل قيمته إلى قيمة الضغط العالى ، فيحدث التوازن .

بعد ذلك لا تصل كهارب من سطح الشاشة إلى طبقة الجرافيت إلا بمقدار ما يصل إلى سطح الشاشة من شعاع الكهارب ، وذلك حتى تستمر حالة التوازن ، ولو أن هذا يجعل جهد الشاشة أقل قليلا من جهد الطبقة الجرافيتية . وهكذا يتم الاتصال الإلكترونى بين كل من الشاشة والطبقة الجرافيتية .

بقى أن نوضح أن الفرق فى الجهد بين الشاشة وطبقة الجرافيت فى الحالة النهائية للتوازن يعتبر من الناحية العملية طفيف بدرجة يمكن معها اهماله . وأنه لا يوجد فرق جهد يذكر فى فراغ الأنبوبة بالقمع ، ولا توجد خطوط قوى تؤثر على مسار شعاع الكهارب فى هذا الفراغ .

يغطى كذلك سطح القمع الخارجى بطبقة جرافيتية موصلة . هذه الطبقة توصل أرضاً إلى الشاسيه بواسطة وصلات زمبركية ، حتى نضمن عدم

نولد ضغط عالى عليها . وتكوّن هذه الطبقة مع الطبقة الجرافيتية الداخلية شبه مكثف ، سعته حوالى ٢٠٠٠ بيكوفاراد ، يمكن استخدامه فى تنعيم نبضات الضغط العالى ، كما سنشرح فيما بعد عند الكلام عن الضغط العالى .

٢/٤ الطبقة الفسفورية :

عندما تحول مواد معينة طاقة شعاع كهارب إلى ضوء مرئى ، تسمى هذه الظاهرة « الضيائية Luminescence » وتنقسم الضيائية إلى « فلوريسنتية » و « فسفورية » . والفلوريسنتية هى ضيائية تزول بزوال المؤثر . أما الفسفورية فهى ضيائية تستمر بعد زوال المؤثر .

يغطى وجه الشاشة من الداخل بطبقة فسفورية . هذه الطبقة الفسفورية تتألق بالضوء إذا اصطدم بها شعاع من الكهارب . وهذا يعنى أن لها خاصية تحويل طاقة الحركة للكهارب إلى طاقة ضوئية . وهنا نتذكر قانون بقاء الطاقة ، وأنها لا تفنى ولا تستحدث ، ولكنها تتحول من شكل لآخر كما فى مثالنا هذا ، إذ تتحول طاقة الحركة إلى طاقة ضوئية .

ويلاحظ عملياً أن تألق المادة الفسفورية لا ينتهى بانتهاء عملية اصطدام شعاع الكهارب بها ، بل يدوم التألق بعد ذلك لفترة ثم يتلاشى بالتدريج ؛ وتسمى هذه الظاهرة « المداومة Persistance » ، أو الانطباع . ويجب أن تقل فترة المداومة عن فترة الـ $\frac{1}{25}$ من الثانية اللازمة لإطار الصورة ، حتى لا تطمس معالم الأشياء المتحركة فى الصورة .

وفترة المداومة للطبقة الفسفورية بالشاشة لا تتعدى بضعة أجزاء من ألف من الثانية ؛ وقد دلت التجارب على أن ذلك يساعد على تقليل « ارتعاش Flicker » الصورة . وتعتمد فترة المداومة على نوع المادة الفسفورية . ويمكن الحصول على فترة مداومة معينة بمزج عدة مواد فسفورية ذات مداومات مختلفة مع بعضها البعض بنسب معينة .

يتغير كذلك لون التألق الفسفورى من مادة فسفورية إلى أخرى . ويمكن اختيار لون التألق بمزج عدة مواد فسفورية ذات ألوان تألقية مختلفة . ويحتاج التليفزيون الغير ملون إلى تألق أبيض . ونحصل عادة على التألق الأبيض فى شاشة التليفزيون بمزج مادتين فسفوريتين من مركبات معادن خفيفة مثل الزنك والكادميوم . أحدهما ذات تألق أزرق والأخرى ذات تألق أصفر ٥ وبمزج اللونين الأزرق والأصفر نحصل على اللون الأبيض .

ويجب مراعاة أن فترة مداومة التألق فى كل من المادتين الفسفوريتين متقاربة . فاذا لم يراعى ذلك ، نلاحظ أن الأشياء المضيئة المتحركة بسرعة على الشاشة تترك خلفها أهداباً ملونة ، لونها لون تألق المادة الفسفورية فى الخليط ذات فترة المداومة الأكبر .

عادة يكون عمر الشاشة فى حالة الاستعمال العادى حوالى ٢٠٠٠ ساعة . كما ينبئ إظلام الشاشة التدريجى بانتهاء أجلها .

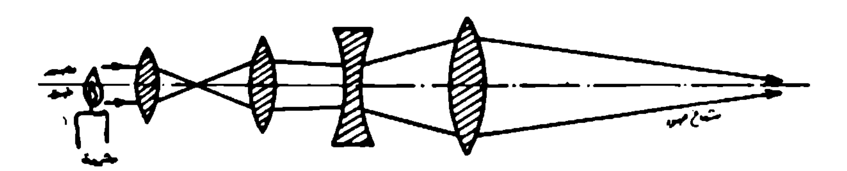
٢/٥ تركيز شعاع الكهارب Focussing :

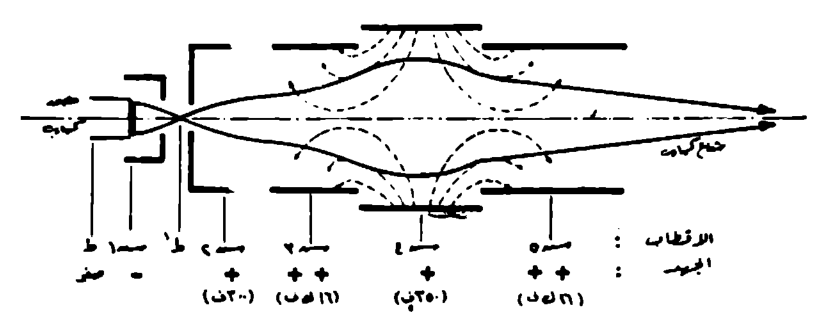
يجب أن يلاقى شعاع الكهارب الشاشة فى نقطة صغيرة صغر تفاصيل الصورة (مثلا نقطة قطرها ٢,٥٪ من البوصة على شاشة حجم ١٤ بوصة) ؛ ولكن الشعاع يتكون من كهارب . وبما أن هذه الكهارب غير محصورة داخل موصل ، كما فى حالة التيار الكهربى العادى الذى نعرفه والذى يضئ منازلنا ، نجد أن هذه الكهارب تميل إلى الابتعاد عن بعضها بسبب تشابه شحناتها السالبة . ونحن نعرف أن الشحنات المتشابهة تتنافر : وعليه سيتناثر الشعاع إلى كهارب متفرقة قبل وصوله إلى الشاشة ، ولن يتحقق لنا تقابل الشعاع مع الشاشة فى نقطة صغيرة .

لذلك نجد أننا فى حاجة إلى وسيلة لتجميع الشعاع فى نقطة ، أى تركيزه فى بؤرة . ولكن كيف يتسى لنا ذلك ؟ فمثلا إذا كان ذلك شعاع ضوء لأمكن تركيزه فى بؤرة بواسطة عدسة ضوئية مصنوعة من الزجاج ، ولكنه

شعاع كهارب . رغم ذلك فليست هنالك مشكلة ، لأن شعاع الكهارب يتأثر بالمجالات الكهربية والمجالات المغناطيسية . وتوجد عدسات كهروستاتيكية وعدسات مغناطيسية لتركيز شعاع الكهارب .

ونجد فى شكل (٢ / ٣) مقارنة بين عدسة ضوئية وعدسة كهروستاتيكية



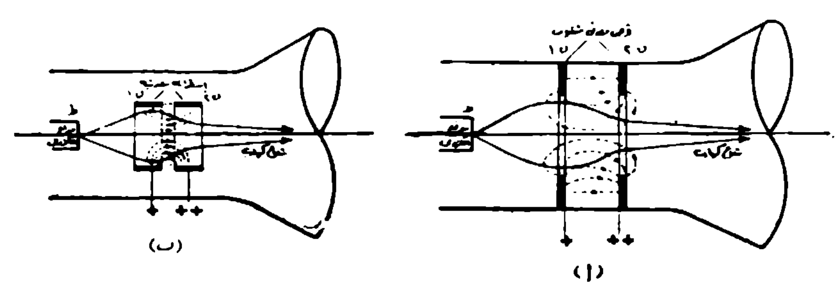


شكل (٢/٣) مقارنة بين عدسة ضوئية وعدسة كهروستاتيكية

٢/٦ العدسات الكهروستاتيكية :

شكل (٢ / ٤) يمثل نوعين من العدسات الكهروستاتيكية . العدسة الأولى (ا) تتكون من حلقتين ن$_1$ و ن$_2$ يمر خلالهما شعاع الكهارب الصادر من المهبط ط . أما العدسة الثانية (ب) فتتكون من أسطوانتين ن$_1$ و ن$_2$ يمر خلالهما كذلك شعاع الكهارب . وسنطلق على ن$_1$ و ن$_2$ اسم القطب الأول والثانى على التوالى . كلا القطبان لهما جهد موجب بالنسبة للمهبط ، ولكن ن$_2$ أعلى جهداً من ن$_1$. نتيجة لفرق الجهد هذا يتولد مجال كهربى بين القطبين ، خطوط قواه كالمبينة بالشكل بخطوط منقطة . ويلاحظ أن المميز الأساسى لكل من العدستين هو اشتراكهما فى وجود مجال منحنى بين القطبين .

بمتابعة مسار شعاع الكهارب نجده — تحت تأثير المجال الكهربى المنحنى — ينحرف فى بادئ الأمر نحو المحور إلى أن يصل إلى منتصف المسافة بين القطبين ثم بعد ذلك يتابع مساره منحرفاً بعيداً عن المحور . ويجب أن نوضح هنا أن



شكل (٤/٢) نوعين من العدسات الكهروستاتيكية

الانحراف بعيداً عن المحور لا يلغى الانحراف نحو المحور ، وذلك ببساطة لأنهما غير متساويين . فالكهارب تكتسب عجلة تحت تأثير انجذابها للجهد العالى ، لذلك تكون سرعتها فى المرحلة الأولى أثناء انحرافها نحو المحور أقل من سرعتها فى المرحلة الثانية أثناء انحرافها بعيداً عن المحور ، وعليه نجد أن انحرافها أقل فى المرحلة الأخيرة منه فى المرحلة الأولى . وتكون النتيجة النهائية أن الكهارب تترك مجال الأقطاب ، واتجاه مسارها يميل قليلا نحو المحور .

وطبيعة ميل مسارات الكهارب نحو المحور يجعلها تلتقى فى نقطة على امتداده .

نقطة تلاقى أشعة الكهارب على المحور تسمى « البؤرة Focus » . ويحدد بعد البؤرة على المحور شدة مجال التركيز ، الذى يعتمد بدوره على فرق الجهد بين القطبين . كما يعتمد بعد البؤرة كذلك على سرعة الكهارب داخل المجال ، وهذا بدوره يعتمد على الضغط العالى للقطب النهائى .

ذكرنا قبل ذلك أن الضغط العالى للشاشة يجب أن يكون أعلى ما يمكن للحصول على أشد إضاءة . كما أن تركيز شعاع الكهارب فى نقطة على الشاشة يزيد كذلك من شدة الإضاءة . لذلك يجب ضبط فرق الجهد بين قطبي العدسة

الكهروستاتيكية بطريقة تجعل الكهارب تتلاقى وتتجمع فى نقطة على الشاشة الفسفورية . وبطريقة ضبط فرق الجهد بين قطبي العدسة نحصل على النقطة الضوئية الصغيرة المطلوبة على شاشة التليفزيون .

من سنوات قليلة مضت بدأ استخدام التركيز الكهروستاتيكى فى أنبوبة الشاشة . والشكل (٢ / ٣) يبين نوع يستخدم حالياً به خمسة أقطاب من $س_1$ إلى $س_5$. وعملية التركيز تتم بواسطة أربعة عدسات . العدسة الأولى مكونة من المجال بين المهبط ط والشبكة الحاكمة $س_1$ والشبكة المعجلة $س_2$. والبعد البؤرى لهذه العدسة قصير جداً ، إذ تتكون صورة صغيرة للمهبط على المحور فى نقطة $ط'$. وتسمى نقطة $ط'$ المهبط الافتراضى ، وتعتبر مصدر الكهارب لباقى مسار الشعاع .

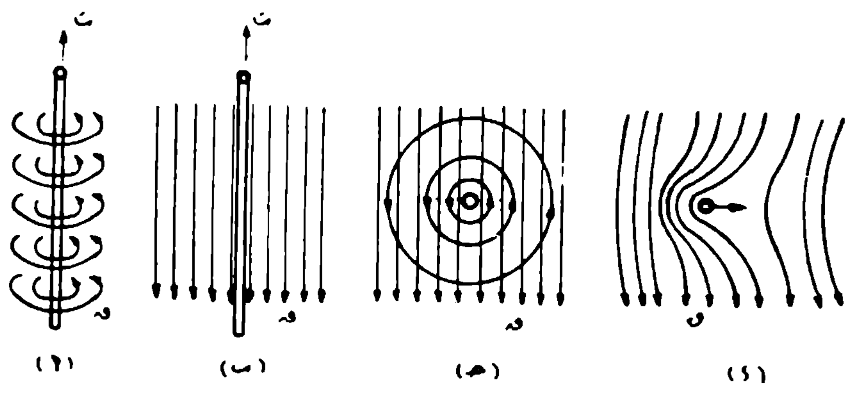
العدسة الثانية تتكون من المجال بين $س_2$ و $س_3$ وتعتبر عدسة مجمعة . وتتكون العدسة الثالثة من $س_3$ و $س_4$ وهى عدسة مفرقة . أما العدسة الرابعة فتتركب من $س_4$ و $س_5$ وهى عدسة مجمعة .

وميزة هذه العدسة المركبة من أربعة عدسات هى أنها تمكّن من إيجاد شعاع كهربى قطره صغير فى مجال « ملف التحريك Deflection Coil or Yoke » . وهذا يعطى تركيزاً متساوياً لشعاع الكهارب عند التقائه بأى نقطة من الشاشة أثناء عملية رسم الصورة . وطريقة التركيز الكهروستاتيكية تمتاز عن الطريقة المغناطيسية – التى سنتكلم عنها فيما يلى – بأنها لا تحتاج إلى مغناطيس تركيز ، كما أنها أسهل فى التركيب . وتستخدم طريقة التركيز المغناطيسية فى حالة الاحتياج لدقة غير عادية للتركيز ، كما فى كاميرات التليفزيون .

٢/٧ العدسات المغناطيسية :

لشرح العدسات المغناطيسية نحتاج إلى استرجاع معلوماتنا عن تأثير المجال المغناطيسى على الكهارب المتحركة . فمن المعروف أنه إذا مر تيار فى سلك ، تتولد حول السلك خطوط مغناطيسية دائرية كما فى شكل (٢ / ٥ أ) . فاذا

وضع السلك الذى يحمل التيار فى مجال مغناطيسى بشرط أن يكون موازياً لخطوط القوى المغناطيسية، كما فى شكل (٢/٥ ب) ، لا يحدث رد فعل بين خطوط القوى المتولدة حول السلك وبين خطوط قوى المجال . وهذا بسبب تعامد المجالين على بعضهما البعض .



شكل (٢/٥) تأثير الموتور نتيجة وضع سلك به تيار فى مجال

الحالة الأخرى هى أن يوضع السلك حامل التيار عمودياً على خطوط قوى المجال المغناطيسى ، كما فى شكل (٢ / ٥ حـ) . فى هذه الحالة نجد أن خطوط القوى فى جهة اليسار من السلك تساعد بعضها البعض ، بينما تعارض وتلغى بعضها البعض فى جهة اليمين . وعليه تتولد قوى تحاول تحريك السلك إلى جهة اليمين ، أى من منطقة المجال القوى إلى منطقة المجال الضعيف ، كما فى شكل (٢ / ٥ د) . والقوى التى تحاول تحريك السلك تكون صفراً فى حالة توازى السلك والمجال ، وتكون أكبر ما يمكن فى حالة تعامدهما ، وتكون بين بين فى حالات ميل السلك مع المجال .

إذا تحرر التيار الكهربى من السلك وأصبح عبارة عن شعاع من الكهارب يسرى فى الفراغ ، فان الوضع لا يتغير . فشعاع الكهارب أيضاً تتكون حول مساره نفس خطوط القوى المغناطيسية الدائرية . ومما سبق نرى أن شعاع الكهارب عندما يسرى موازياً لمجال مغناطيسى ، لا تؤثر عليه قوى لتحريكه :

أما إذا دخل شعاع الكهارب إلى مجال مغناطيسي بزاوية على اتجاه خطوط القوى المغناطيسية لهذا المجال ، تتولد قوى تحاول تحريك الشعاع والتغيير من مساره ، تتناسب مع مقدار زاوية الدخول .

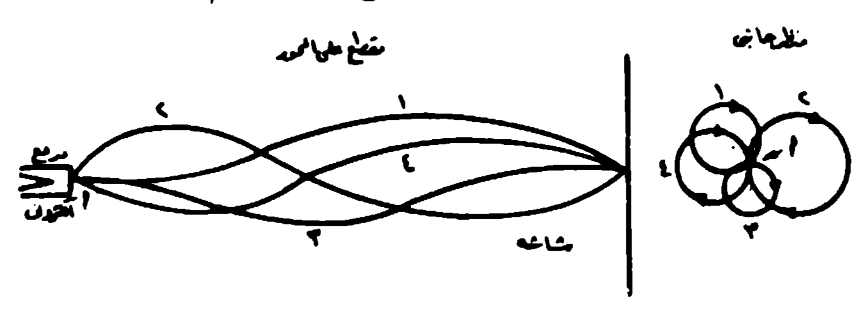
ومحصلة القوى التي تحاول تحريك شعاع الكهارب تكون عمودية على كل من مسار الكهارب وخطوط القوى المغناطيسية للمجال . فإذا دخل كهرب مجال مغناطيسي في اتجاه عمودي على خطوط قوى ذلك المجال ، نجد أن محصلة القوى تحرك الكهرب في مسار على شكل دائرة . أما إذا دخل كهرب مجال مغناطيسي يميل على خطوط قوى ذلك المجال ، نجد أن محصلة القوى تحرك الكهرب في مسار حلزوني على شكل بريمة ، وذلك لأنه يتحرك في دائرة بينما يتقدم إلى الأمام .

نطبق الآن ما تقدم على أنبوبة الشاشة . إذا وضعنا حول عنقها ملفاً يسرى به تيار ، فانه يولد مجالا مغناطيسياً داخل الأنبوبة في اتجاه العنق . وعندما ينبعث كهرب من نقطة التقاطع على المحور أمام المهبط بزاوية صغيرة مع اتجاه المجال المغناطيسي ، يتعرض هذا الكهرب لقوى تحاول تحريكه في دائرة ؛ ولكن في نفس الوقت الذي يجبر فيه الكهرب على التحرك في دائرة ، يكون مستمراً في التقدم للأمام . نتيجة لذلك يصبح مسار الكهرب حلزونياً وهو يتقدم نحو الشاشة . وبعد أن يكمل الكهرب الدائرة يتقابل ثانية مع محور الشاشة؛

يحدث ذلك مع جميع الكهارب المنبعثة من نقطة التقاطع بزاوية . وتبدأ القوى المغناطيسية في التأثير عليهم وتجبرهم على العودة إلى المحور ، بعد أن يكون كل منهم قد أتم مساراً دائرياً أثناء تقدمه .

قطر الدائرة التي يرسمها كهرب يتناسب طردياً مع الزاوية التي ينبعث بها . فاذا انبعث بزاوية صغيرة مع المجال ، كان قطر الدائرة التي يرسمها صغيراً . والعكس صحيح ، إذ عندما ينبعث الكهرب بزاوية كبيرة مع المجال ، يكون قطر الدائرة التي يرسمها قبل أن يتلاقى مع المحور ثانية كبيراً ؛

ولكن كل من الكهارب يستغرق نفس الوقت لاتمام لفة حلزونية كاملة ؛ كما أن كل من الكهارب له نفس مركبة السرعة المحورية أثناء تقدمه نحو الشاشة ، لوقوعه تحت تأثير نفس المجال الكهربى المعجل . وعليه فجميع الكهارب تصل إلى نقطة واحدة بعد استكمال كل منها لدورة حلزونية واحدة . هذا بصرف النظر عن اختلاف مساراتها ، كما هو موضح بشكل (٢ / ٦) .



شكل (٦/٢) مسارات حلزونية لكهارب فى مجال مغناطيسى

يعتمد بعد نقطة تقابل الكهارب مع المحور ثانية على كل من شدة المجال المغناطيسى الذى يؤثر عليها والسرعة التى تتقدم بها الكهارب نحو الشاشة . وبالتحكم فى شدة المجال المغناطيسى ، يمكن أن تتقابل جميع الكهارب فى نقطة واحدة على الشاشة بعد استكمال كل منها لدورة حلزونية أو أكثر تبعاً لزيادة شدة المجال . هذا مع ملاحظة أن الكهارب المحورية تتقدم نحو الشاشة فى خط مستقيم ، نظراً لعدم تأثرها بخطوط المجال الموازية لحركتها . وهكذا يتم تركيز شعاع الكهارب على الشاشة بالطريقة المغناطيسية .

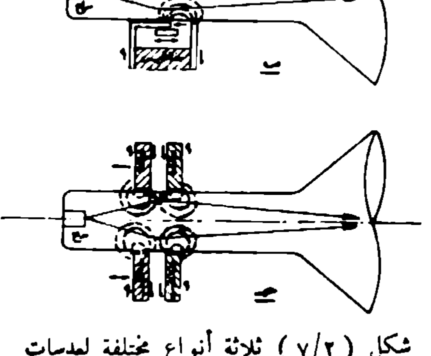
يفهم من المعالجة النظرية للتركيز المغناطيسى أن خطوط القوى تمتد بطول أنبوبة الشاشة . ولكن من الناحية العملية يمتد المجال إلى مسافة قصيرة فقط على عنق الشاشة . وعليه يتعرض الشعاع لتأثير المجال لفترة قصيرة . ولكن خلال تلك الفترة — رغم قصرها — تكتسب الكهارب حركة حلزونية كافية لتحريكها نحو المحور . بعد ذلك تكفى حركتها الأمامية لاستمرارها فى هذا المسار . والحركة هنا لا تعتبر حلزونية صرفة ، ولكن النتيجة النهائية تكون مرضية .

٨/٢ أنواع العدسات المغناطيسية :

شكل (٢/٧ أ ب جـ) يبين ثلاثة أنواع مختلفة لعدسات مغناطيسية تستخدم عملياً .

(أ) وحدة تركيز كهرومغناطيسية يتم بها التحكم فى شدة المجال بتغيير شدة التيار فى ملف موضوع حول عنق الشاشة كما فى الشكل أ .

(ب) وحـــدة تركيز تستخـــدم مغناطيساً دائماً على شكل حلقة يتم بها التحكم فى شدة المجال بواسطة تغيير الفجوة الهوائيـــة للمغناطيس عن طريق تحريك حلقة معدنية عنـــد الفجـــوة ، كما فى شكل ب . وهذه الطريقة أرخص من سابقتها .



شكل (٢/٧) ثلاثة أنواع مختلفة لعدسات مغناطيسية

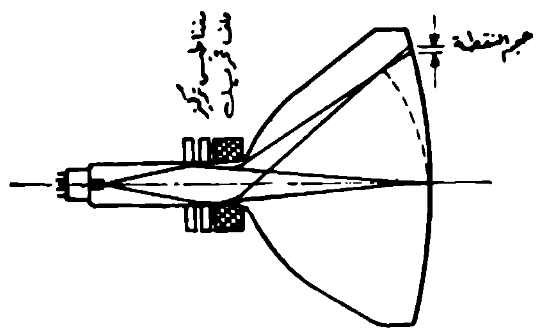
وعيب هاتين الطريقتين هو وجود مجـــال شارد مجاور يؤثر على تركيز شعاع الكهارب ، بالإضافة إلى تأثيره المخل على عمليات الانحراف الأفقى والرأسى ، مما ينتج عنه طمس النقط الضوئية وتشويه الصورة .

(جـ) وحدة تركيز مكونة من حلقتين منفصلتين ممغنطتين بنفس الشدة ، ولكن فى اتجاهين متضادين . بهذه الطريقة نمنع المجال الشارد ، لأن خطوط قوى المغناطيسين تلغى بعضها فى الحيز المجاور . وبهذا نحصل على مجالين ممركزين متجاورين ومتضادين فى الاتجاه ، ولكنهما فى

النهاية يقومان بعملية التركيز المطلوبة رغم تعقيدها . ويصنع كل من المغناطيسين من مادة الفيروكسيدور ، حتى تحافظ على مغناطيسيتها . ويتم التحكم فى شدة المجال بضبط المسافة بين المغناطيسين ، كما فى شكل جـ .

٩/٢ مشاكل الإخلال بالتركيز :

فى حالة ضبط تركيز شعاع الكهارب على أن تقع بؤرته فى منتصف الشاشة ، نجد مسار البؤرة أثناء تحريك الشعاع يقع على قوس دائرة يتقابل مع سطح الشاشة عند المنتصف ، ويبعد عن السطح كلما تحرك الشعاع بعيداً عن المنتصف ، كما يتضح من شكل (٢ / ٨) . ينتج عن ذلك أن يقل تركيز البقعة الضوئية على الشاشة كلما بعدنا عن المنتصف .



شكل (٨/٢) مسار البؤرة أثناء تحريك الشعاع يقع على قوس دائرة يتقابل مع سطح الشاشة عند المنتصف ، ولذلك يقل تركيز البقعة الضوئية على الشاشة كلما بعدنا عن المنتصف

عند ما يستخدم التركيز المغناطيسى يظهر هذا التأثير أكثر كلما كان مقطع الشعاع سميكاً (فى حالة البعد البؤرى الكبير للعدسة المغناطيسية) أما فى حالة البعد البؤرى الصغير يقل مقطع الشعاع ويقل معه تأثير الاخلال بالتركيز عند ما ينحرف الشعاع إلى حافة الصورة .

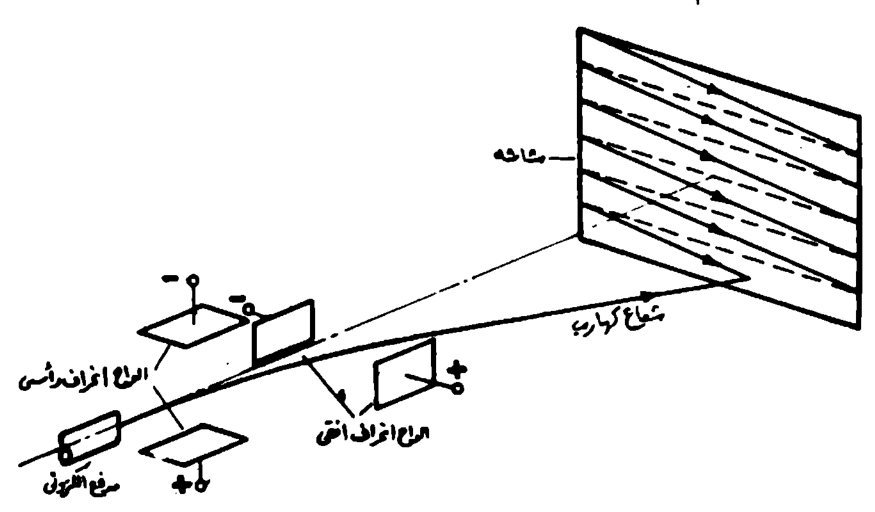
والاتجاه الحديث يستخدم التركيز الكهروستاتيكى ، الذى باستخدامه يقل تأثير الاخلال بالتركيز عند حافة الصورة .

تحريك شعاع الكهارب :

لكى ترسم الصورة ، يجب تحريك شعاع الكهارب فى الاتجاه الأفقى وفى الاتجاه الرأسى . ويتم ذلك بوسيلة كهروستاتيكية أو وسيلة كهرومغناطيسية.

١٠/٢ التحريك الكهروستاتيكى :

نعرف أن الكهارب لها شحنة سالبة وأنها تنجذب إلى الجهد الموجب وتتنافر مع السالب . فاذا حصلنا على شعاع كهارب من مدفع الكترونى ، ووضعنا هذا الشعاع بين لوحين أفقيين وآخرين رأسيين ، ووضعنا أمام الشعاع شاشة ، لأمكننا تحريك هذا الشعاع ليرسم على الشاشة الصورة المطلوبة بواسطة التحكم فى جهد كل من الألواح ، كما فى شكل (٢ / ٩) .



شكل (٩/٢) طريقة التحريك الكهروستاتيكى لشعاع الكهارب

فاذا وضعنا على اللوح الأعلى جهداً سالباً وعلى اللوح الأسفل جهداً موجباً فان شعاع الكهارب السالب يتنافر مع اللوح العلوى وينجذب إلى السفلى ، وبذلك يتحرك الشعاع من أعلى إلى أسفل . والعكس صحيح . وكذلك إذا كان جهد اللوح الأيسر سالباً وجهد اللوح الأيمن موجباً ، يتحرك شعاع الكهارب من اليسار إلى اليمين . والعكس صحيح .

وإذا وصلنا ضغط أسنان منشار بين اللوحين الأفقيين ، وكذلك وصلنا ضغط أسنان منشار آخر بين اللوحين الرأسيين ، وتحكمنا فى قيم وتردد كل من الضغطين ، لأمكن رسم الصورة الموجودة على الشاشة ، كما فى الشكل (٩/٢) .

هذه هى الطريقة التى يتم بها الانحراف الكهروستاتيكى فى أنبوبة الشاشة . وبالتحكم فى مقدار واتجاه الجهد بين اللوحين الرأسين (الانحراف الرأسى) ، وكذلك الأفقين (الانحراف الأفقى) ، كل منهما على حدة ، يمكن رسم نقطة ضوئية على الشاشة فى أى مكان معين .

كذلك يمكن بواسطة التغيير التدريجى فى كل من ضغطى الانحراف الرأسى والانحراف الأفقى ، أن نحرك النقطة الضوئية على أى مسار على الشاشة . ولا يحد من تحرك الشعاع أى قصور ذاتى أو أى احتكاك كما فى الحالات الميكانيكية ، لذلك يمكن تحريكه بسرعة عالية جداً لرسم أى شكل مهما بلغ تعقيد هذا الشكل .

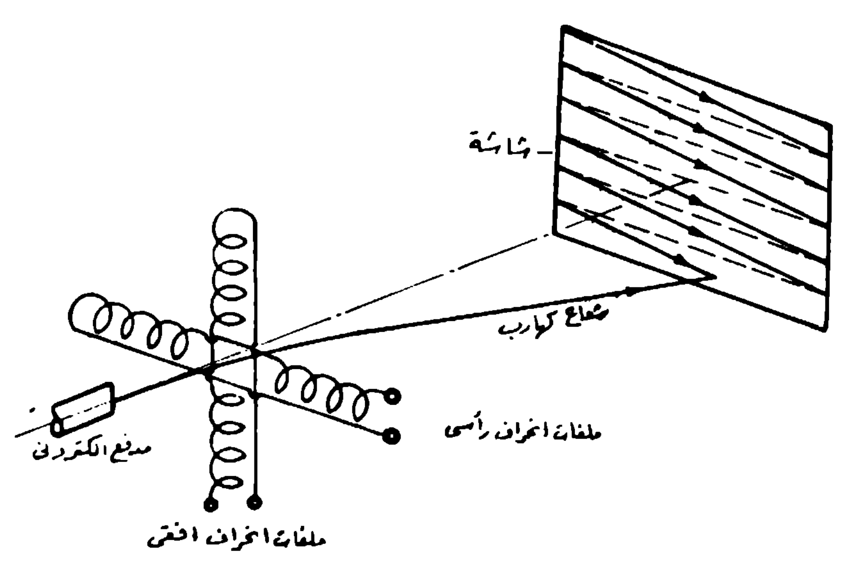
هذه هى الطريقة الكهروستاتيكية لرسم الصورة فى أنبوبة الشاشة . والاتجاه السائد فى التليفزيون حالياً هو استخدام طريقة التحريك الكهرومغناطيسية . ومن أسباب ذلك أن الانحراف الكهروستاتيكى يحتاج إلى جهاز معقد لتوليد ضغط التحريك العالى المطلوب . كما أنه يمكن القول أن ألواح الانحراف أو التحريك توجد داخل أنبوبة الشاشة ولا يمكن الوصول إليها لضبطها إذا احتاج الأمر .

بعكس ذلك نجد وسيلة التحريك المغناطيسى موجودة كلية خارج الأنبوبة ، ويمكن ضبطها وتشكيلها فى جميع الأحوال للوصول إلى أحسن النتائج . كما أن امكان وضع ملفات التحريك الأفقية والرأسية على بعضها حول العنق بجوار القمع يمكن من تقصير عنق الأنبوبة ، وذلك بعكس وضع ألواح انحراف بجوار بعضها فتشغل مسافة طويلة .

٢/١١ التحريك الكهرومغناطيسى :

سبق أن شرحنا كيفية تحريك شعاع الكهارب بواسطة مجال مغناطيسى عندما تكلمنا عن العدسات المغناطيسية فى الفصل ٢ / ٧ . وسنكتفى بالشرح النظرى السابق ، ونناقش الآن كيفية تطبيقه . توضع مجموعتان متعامدتان من

الملفات حول عنق الشاشة ، عندما يترك شعاع الكهارب عدسة التركيز متجهاً إلى الشاشة : ومجموع الملفات أربعة ، ملفان رأسيان متقابلان ومتصلان على التوالى ، وملفان أفقيان متقابلان ومتصلان على التوالى كذلك ، كما فى شكل (١٠/٢) .



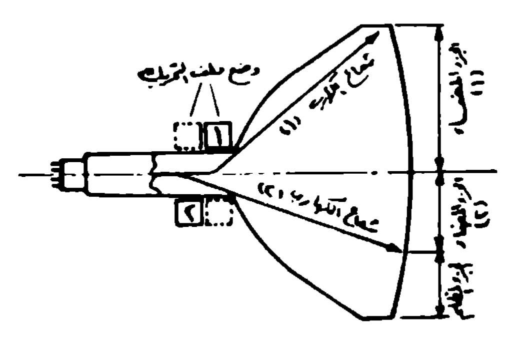
شكل (١٠/٢) طريقة التحريك الكهرومغناطيسى لشعاع الكهارب

الملفات ذات الوضع الرأسى هى ملفات التحريك الأفقى . كما أن الملفات ذات الوضع الأفقى هى ملفات التحريك الرأسى . وهذا ليس بغريب إذا تذكرنا ما سبق شرحه ، وهو أن القوة التى تؤثر على كهارب متحركة فى مجال مغناطيسى تكون عمودية على كل من اتجاه حركة الكهارب من جهة واتجاه خطوط القوى المغناطيسية من جهة أخرى .

بعد ضبط ملفات التحريك يوصل بها تيار أسنان المنشار . ويتغير المجال المغناطيسى تبعاً لتغير التيار ، فينتج عن ذلك أن يتحرك الشعاع فى الاتجـــاه الأفقى والرأسى ، راسما على الشاشة الصورة المطلوبة .

يوضع ملف التحريك حول العنق أقرب ما تمكن إلى القمع ، حتى

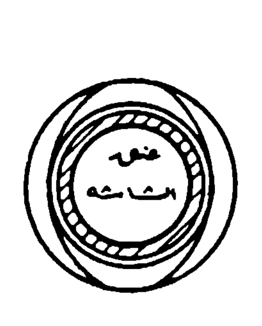
لا تقع حافة الشاشة فى ظل الشعاع الكهربى فيستقطع جزءاً من الصورة عند الحافة ، وخاصة فى حالة الشاشة ذات زاوية الانحراف الكبيرة ، كما فى شكل (٢ / ١١) .



شكل (١١/٢) تأثير وضع ملفات التحريك حول العنق يستقطع جزءاً من الصورة عند الحافة إذا كان وضعه بعيداً عن القمع

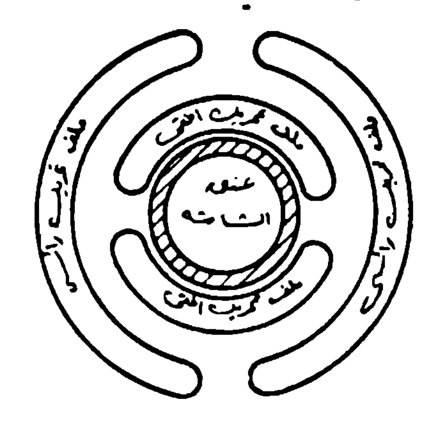
وبعـــد وضـــع ملف التحريك حول عنق الشاشة يمكن ضبطه وتحريكه يميناً أو يساراً حتى نحصل على وضع أفقى للصـــورة ، ثم تثبيته ، انظر شكل (١٢/٢) .

فى شكل (٢ / ١٢ أ) نرى مقطع لملف التحريك حول عنق الشاشة . ونلاحظ أن سمك الملف واحد من البداية للنهاية . وكان يستخدم هذا النوع فى حالة الشاشات ذات زاوية الانحراف الصغيرة . أما فى حالة زاوية الانحراف الكبيرة (١١٠° مثلا) ،



شكل ملف تحريك جيبى التمام ويلاحظ عدم تساوى سمك الملف

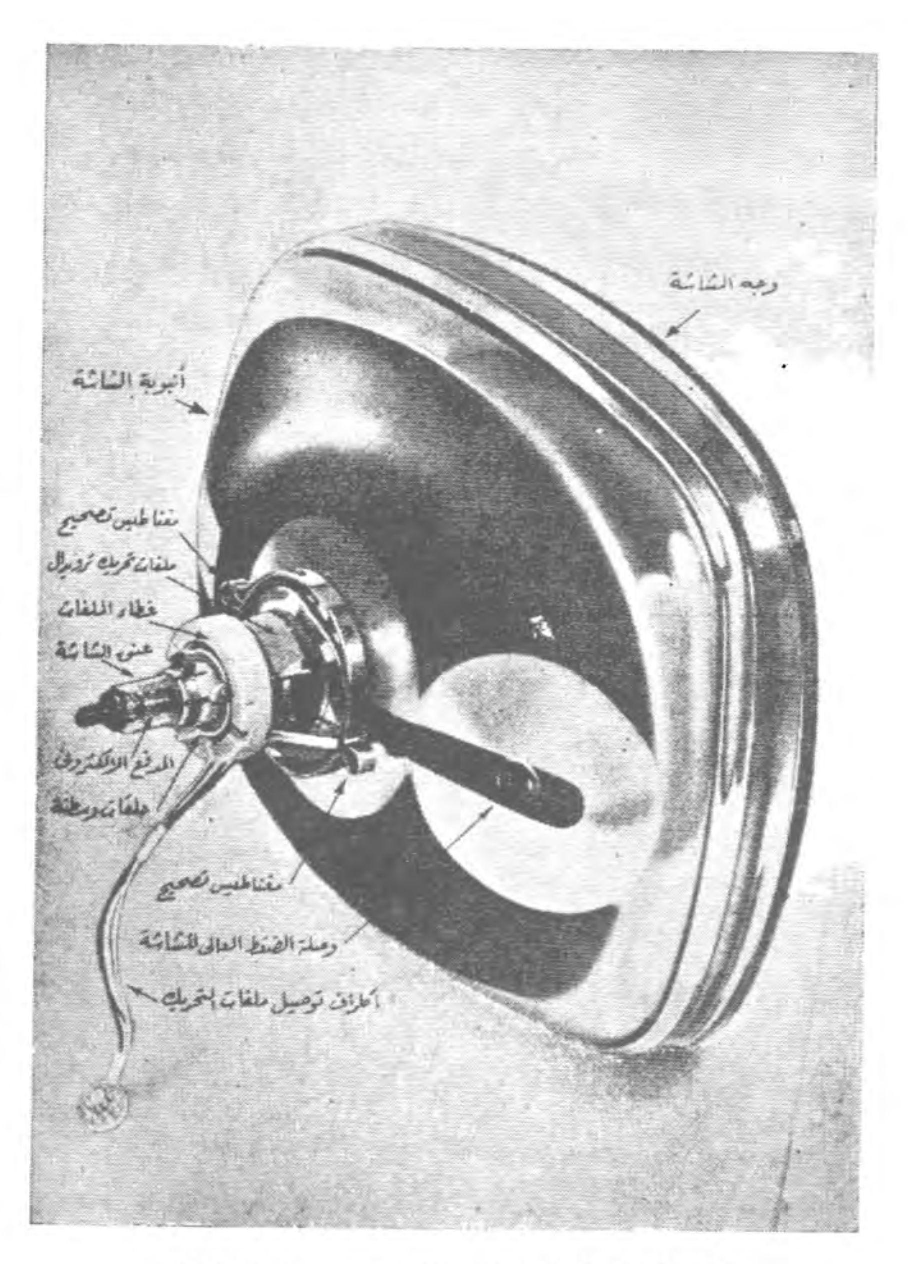
(ب)



أوضاع ملفات التحريك حول عنق الشاشة

(أ)

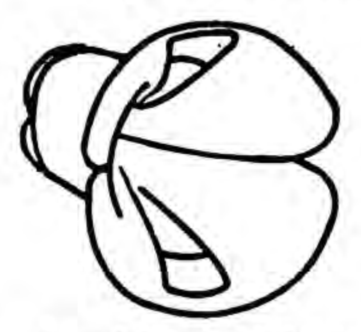
تابع شكل (١٢/٢)



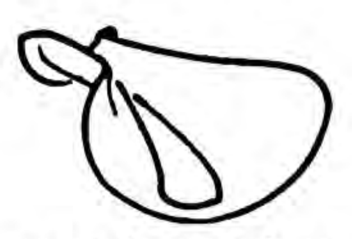
شكل (١٢/٢) ملفات التحريك موضوعة حول عنق الشاشة

فاستخدام مثل هذا الملف لا يعطى للمجال المغناطيسى شكله المطلوب ، فينتج عن ذلك أن يختل تركيز الشعاع وخاصة عند حافة الصورة .

وقد أمكن الحصول على الشكل المطلوب للمجال باستخـــدام ملف ملفوف على هيئة سرج (Saddle Coil) بطريقة تجعـــل سمك الملف يقل تدريجياً فى اتجاه نهايته ، لأنه يتناسب مع جيب التمام أو مربع جيب التمام ، كما فى شكل (٢ / ١٣) . وميزة هذا النوع من الملفات أنه يحسّن تركيز الشعاع عنـــد حافة الصورة . هذه الملفات شائعة الاستعمال الآن ، وخاصة فى حالة زاويه الانحراف الكبيرة . ويستخدم كذلك نوع ملفات يسمى « ترويدال Toroidal » كما فى شكل (٢ / ١٤) .



ملفا تحريك على هيئة سرج



ملف تحريك مفرد على هيئة سرج



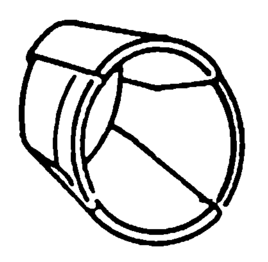
مقطع بملفى تحريك على هيئة سرج

شكل (٢/١٣) ملفات تحريك على هيئة سرج

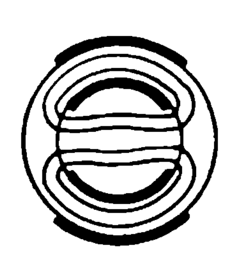
مشاكل زاوية الانحراف الكبيرة ليس فقط أنهـــا تسبب عدم تركيز الشعاع عند حافة الصورة ، بل كذلك تسبب نوع من التشويه للصـــورة يظهر أكثر كلما اتجهنا من منتصف الصورة إلى حافتها . يسمى هـــذا تشويه « مخدة الدبابيس PinCushon » أو تشويه البرميل . وتشويه مخدة الدبابيس يجعل حافة الصورة مقعرة ، كما فى شكل (٢ / ١٥ أ) . فتظهر كمخدة الدبابيس التى يستعملها الخياطون .

ومن هذا اشتق الاسم . أما تشويه البرميل فيجعل حافة الصورة مقعرة كالبرميل كما فى شكل (٢ / ١٥ ب) .

هذا التشويه غير مرغوب فيه لأنه يفقد الصورة خطيتها . ويمكن معالجـــة ذلك عند تصحيح المجال بوضع مغناطيسيات دائمة بجانب كل ملف ، تسمى « مغناطيســـات التصحيح Correction Magnets » . فى العادة تستخدم أربعـــة مغناطيسات بجوار الملفات ، ويكون استقطابها فى اتجاه دائرى واحد . وغالباً ما يثبت المغناطيسين الأفقيين بينما يمكن التحـــكم فى المغناطيسين الرأسيين بتحريكهما كوسيلة للضبط .



ملفا تحريك تروبدال



مقطع بملفى التحريك

شكل (٢/١٤) ملفات تحريك ترويدال

ومغناطيسات التصحيح تكون إما على شكل قضبان ، أو على شكل أسطوانات ممغنطة فى اتجاه القطر . وفى هذه الحالة الأخيرة يتم التحكم فى المجال بادارة المغناطيس الأسطوانى حول محوره . انظر شكل (٢ / ١٦) .

يوجد كذلك شكل من أشكال تصحيح مجال الملفات لتعويض تأثير المغناطيسية الأرضية . وهذا التأثير يختلف فى نصف الكرة الأرضية الشمالى عنه فى النصف الجنوبى . ويعالج ذلك بمغنطة الشريط المعدنى الذى يحزم الملفات فى اتجاه معين .

١٢/٢ وسطنة شعاع الكهارب Centering :

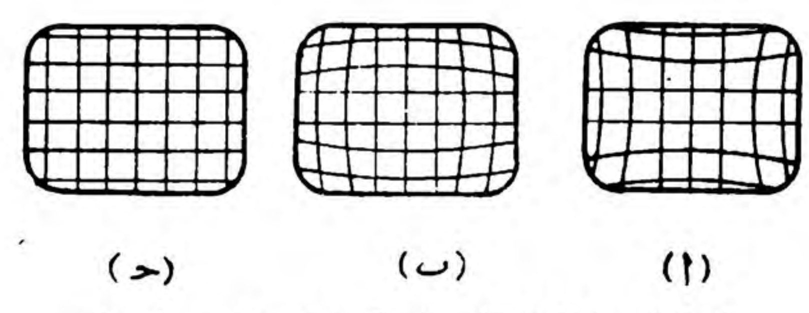
تحتاج أنبوبة الشاشة إلى وسيلة لوسطنة شعاع الكهارب فى منتصف الشـــاشة .

فى حالة استخـــدام الطريقـــة الكهروستاتيكية فى عمليات التحريك

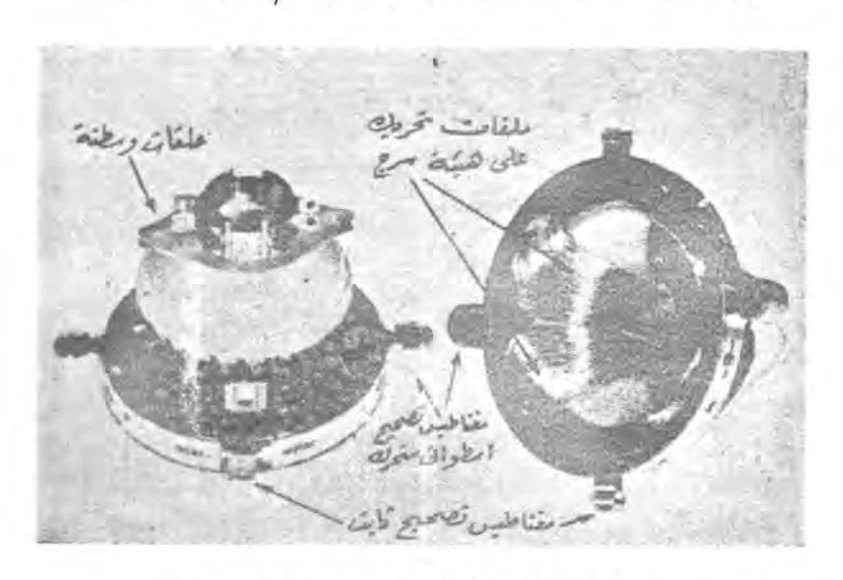
والتّركيز ، تم وسطنة الشعاع بالتحكم فى الضغوط الأولية لألواح الانحراف .

أما فى حالة التحريك والتّركيز المغناطيسى ، فتّم الوسطنة بالوسائل الآتية :

١ ـ التحكم فى تيار مستمر يمر بملفات التحريك بواسطة مجزئ للضغط .



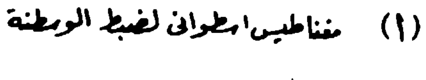
شكل (٢/١٥) زاوية الانحراف الكبيرة تسبب تشويه للصورة : (أ) تشويه مخدة الدبابيس . (ب) تشويه البرميل . (حـ) صورة غير مشوهة .

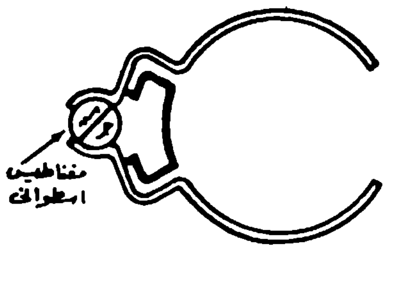


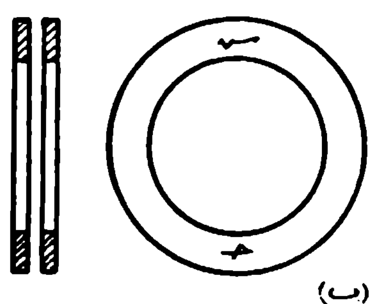
شكل (٢/١٦) ملفات تحريك عليها مغناطيسيات تصحيح

٢ ـ التحكم الميكانيكى فى وضع مغناطيس التركيز على عنق الأنبوبة بتحريكه وإمالته .

٣ ـ استخدام مغناطيس وسطنة حول عنق الأنبوبة ، كما فى شكل (١٧/٢) . ففى الشكل (ا) يتم الضبط بتحريك المغناطيس الأسطوانى حول محوره . أما فى الشكل (ب) فيتم الضبط نتيجة لتحريك الحلقتين المغناطيسيتين بالنسبة لبعضهما حول محورهما المشترك .







شكل (١٧/٢) مغناطيسيات الوسطنة:
(أ) مغناطيس اسطوانى .
(ب) حلقتان مغناطيسيات .

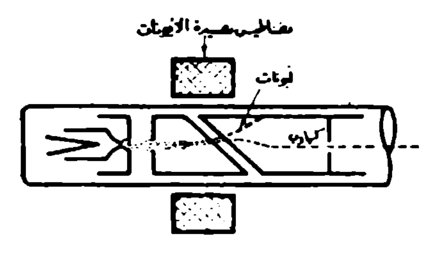
١٣/٢ مصيدة الآيونات
Ion Trap

لم نتكلم حتى الآن عن أن داخل أنبوبة الشاشة توجد جسيمات مشحونة غير الكهارب السالبة الشحنة التى تكون الشعاع . ولكن فى الحقيقة توجد كذلك بجانب الكهارب فى فراغ الأنبوبة آيونات أو جسيمات مشحونة شحنات سالبة وموجبة ، فمن أين أتت ؟

لا يشع المهبط كهارب فقط ، بل يطلق كذلك آيونات بعضها سالب والآخر موجب . وليست جميع الآيونات داخل الأنبوبة مصدرها المهبط . ففى الحقيقة أنه رغم أن أنبوبة الشاشة مفرغة من الغازات بدرجة عالية ، إلا أنه مهما بلغ هذا التفريغ من الناحية العملية ، فلا يزال يوجد داخل الأنبوبة المفرغة جزيئات من الغازات ، يصل عددها إلى عدة بلايين جزئ فى السنتيمتر المكعب !

ونتيجة لاصطدام الكهارب أثناء تحركهـا بجزيئات الغاز هذه ، تتولد آيونـات .

الآيونات الموجبة تنجذب إلى الشبكة والمهبط . أما الآيونات السـالبة فتتحرك مع الكهارب نحو الشاشة الفسفورية ، نتيجة لجذب الأقطاب الموجبة لها . وقد يصل وزن الآيون السالب إلى نصف مليون مرة أثقل من الكهرب .



شكل (١٨/٢) مصيدة آيونات تعمل بامرار الشعاع خلال مجال كهربى ثم خلال مجال مغناطيسى

فاذا عرفنا أن مقـدار انحراف الجزيئات المشحونة بواسطة مجال مغناطيسى يعتمد — ضمن أشياء أخرى — على نسبة شحنة الجزئ إلى كتلته . وأنه كلما زادت كتلة الجزئ — مع ثبوت شحنته والعوامل الأخـرى — كلما قل انحرافه . لأمكن أن نستخلص أن الآيونات السالبة الثقيلة التى لها نفس شحنة الكهرب لن تنحرف كثيراً فى حالة استخدام انحراف مغناطيسى ، بل تصل إلى منتصف الشاشة وتصطدم بها .

وباستمرار تصادم سيل الآيونات مع منتصف الشاشة فى مساحة صغيرة ، يحدث تلف بالطبقة الفسفورية هناك ، وتظهر بقعة مظلمة وسط الشاشة تسمى « الاحتراق الآيونى Ion Burn » . ولا يحدث الاحتراق الآيونى إلا فى حالة استخدام انحراف مغناطيسى .

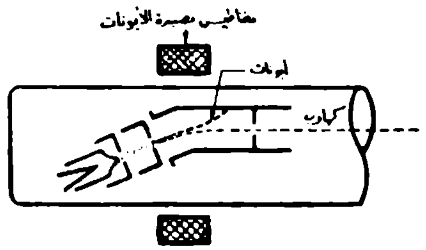
ويستحسن أن ننبه هنـا إلى أن هنالك فرق بين الاحتراق الآيونى و « التوهج البعدى After glow » الذى يترك بقعة مضيئة جداً تستمر بعد إطفاء التليفزيون لثوان . ويحدث التوهج البعدى نتيجة لأن الجهد العالى يظل بعد اطفاء الجهاز فترة حتى يضمحل ، بينما يتوقف الانحراف . ونتيجة لذلك يتركز الشعاع فى منتصف الشاشة لفترة التوهج البعدى .

لمنع الاحتراق الآيونى تستخدم أى من الطرق الآتية :

١ – يمكن تجنب الاحتراق الآيونى بازالة الآيونات من الشعاع ،ويتم ذلك بواسطة مصيدة آيونات كما يلى :

(أ) امرار الشعاع خلال مجال كهربى أولا ، ثم خلال مجال مغناطيسى ثانياً . فتنحرف الآيونات والكهارب فى المجال الكهربى ، بينما يعيد المجال المغناطيسى الكهارب إلى مسارها الأصلى نحو الشاشة ، ولا يؤثر على الآيونات فتستمر فى انحرافها ولا تصل إلى الشاشة ، كما فى شكل (٢ / ١٨) .

(ب) باستخـــدام مدفع الكترونى منحنى تقذف منه الكهارب والآيونات فى بادئ الأمر فى اتجاه يميل بزاوية مقدارها حوالى ١٠° على محور أنبوبة الشاشة . يلى ذلك مغناطيس يؤثر مجاله على الكهارب فيحرفها إلى محور الأنبوبة لتتابع مسارها إلى الشاشة ، بينما يكون تأثيره ضعيفاً على الآيونات التى تستمـــر فى مسارها المائل حتى تصطدم بجدار القطب ، كما فى شكل (٢/١٩) .



شكل (٢/١٩) مصيدة آيونات مائلة

الطريقة أ و ب تسمى مصيدة آيونات .

٢ – هناك طريقة أخرى لمعالجة هذه المسألة لا تحتاج لمصيدة آيونات . إذ يمكن منع الآيونات من الوصول إلى الشاشة ، بتغطية الطبقة الفسفورية للشاشة بطبقة معدنية رقيقة جداً تحميها من الآيونات . والألومينيوم هو المعدن الشائع الاستعمال فى هذه العملية .

وقد نجحت هذه الطريقة فى منع الاحتراق الآيونى . وتسمى هذه الطريقة طريقة التغطية بالألومينيوم أو « الألمنة Aluminising » . وقد استحدثت

الألمنة فى بادئ الأمر بهدف تحسين شدة الإضاءة و « التباين Contrast » ثم اكتشفت بعد ذلك فائدتها لمنع الاحتراق الآيونى .

ولا يستخدم المدفع الإلكترونى المنحنى فى أنبوبة الشاشة ذات زاوية الانحراف الكبيرة (١١٠°) ، لتعارض ذلك مع احتياج الشاشة لعنق نحيف ، يعمل على انقاص القدرة اللازمة لملفات الانحراف . وتستخدم شاشة ١١٠° طريقة الألمنة فقط لمنع الاحتراق الآيونى .

٢/١٤ الألمنـة Aluminising :

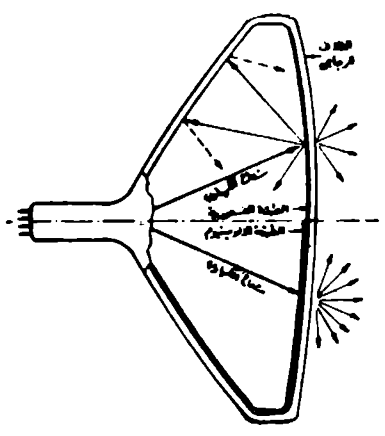
عرفنا أن الألمنة تستخدم كوسيلة لمنع الاحتراق الآيونى فى الشاشة . كما أن للألمنة فوائد أخرى بالإضافة إلى ذلك . ففى أنابيب الشاشة التى لا تستخدم الألمنة ، يظهر فقط حوالى نصف الضوء المتولد من اصطدام شعاع الكهارب بالطبقة الفسفورية أمام وجه الشاشة ويصل إلى العين . أما باقى الضوء فيظهر خلف الطبقة الفسفورية داخل أنبوبة الشاشة ، ويعتبر فقداً فى شدة الإضاءة . ولكن فى حالة الألمنة ، تعكس طبقة الألومينيوم الرقيقة الضوء كله إلى الأمام، فتتحسن بذلك شدة الإضاءة .

وكمية الضوء التى تظهر من الخلف داخل أنبوبة الشـــاشة ، ينعكس جزء منهـــا على الجدران الداخلية ، ويرتد إلى واجهة الشاشة ، ويظهر من الأمام ، فيضئ أجزاء الصورة قليلا سواء المضيئة أو المظلمة . ينتج عن ذلك أن يقل تباين الصورة . ولكن فى حالة الألمنة، تعكس طبقة الألومينيوم الرقيقة الضوء كله إلى الأمام ، فلا يرتد إلى الخلف ضوء ينعكس على الجدران الداخلية ، وبهذا نحصل على تباين أفضل . من ذلك نرى أن الألمنة تحسن كل من شدة الإضاءة والتباين للشاشة . انظر شكل (٢ / ٢٠) .

فى حالة الألمنة ، نجد أن سمك طبقة الألومبيوم لا يتعدى عدة جزيئات قليلة . وهذا يمكّن شعاع الكهارب من النفاذ فى طبقة الألومنيوم الرقيقة ليصل إلى الطبقة الفسفورية ، وفى نفس الوقت يكفى سمك طبقة الألومنيوم

هذه لتنعكس الضوء . ويتناسب سمك طبقة الألومنيوم مع الضغط العالى النهائى للشاشة حتى نحصل على أحسن جودة للتشغيل .

يلاحظ أن انبعاث الكهارب الثانوية من الألومنيوم يكون ضعيفاً جداً . وعليه – فى حالة الألمنة – لا يتم اتصال إلكترونى كالسابق ذكره (فى فصل ٢ / ٣) بين كل من الطبقة الفسفورية وطبقة الجرافيت . ينتج عن ذلك وجود جهد متغير على طبقة الألومنيوم لا يمكن التحكم فيه . وتفادياً لذلك يجب توصيل طبقة الألومنيوم إلى الطبقة الجرافيتية الداخلية ، ومن ثم بالضغط العالى .



شكل (٢/٢٠) طبقة الألومنيوم الرقيقة التى تغطى الطبقة الفسفورية للشاشة تمنع الضوء من دخول أنبوبة الشاشة ، فتحسن كل من شدة الإضاءة والتباين

٢/١٥ الضوء المحيط وتباين الصورة :

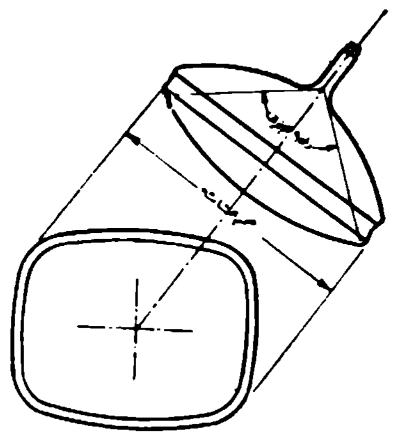
فى داخل دور عرض السينما تطفأ الأنوار أثناء التشغيل حتى يمكن للعين أن ترى الصورة بوضوح وتميز بين المناطق المضيئة والمناطق المظلمة ، وهذا يساعد تباين الصورة . يختلف ذلك عن حالة جهاز التليفزيون الذى يعمل عادة فى ضوء محيط . ووجود هذا الضوء المحيط ينير الأجزاء المظلمة من الصورة التليفزيونية فيقلل من تباين الصورة .

ولتحسين تباين الصورة التليفزيونية عند مشاهدتها فى ضوء محيط قوى ، تستخدم شاشات زجاجها غامق . وبما أن الضوء المنعكس يمر خلال الزجاج الغامق مرتين ، مرة أثناء سقوطه على الطبقة الفسفورية ومرة ثانية أثناء انعكاسه منها ، نجده يصل إلى العين ضعيفاً فيساعد ذلك على تحسين التباين .

أما الضوء الصادر عن تألق الطبقة الفسفورية فيمر خلال الزجاج الغامق مرة واحدة وهو فى طريقه إلى عين المشاهد . وإن كان ذلك يضعف إضاءة الصورة ، فيمكن أن تزاد شدة الإضاءة بواسطة مفتاح التحكم فيها ليعوض عما امتصه الزجاج الغامق من ضوء .

١٦/٢ حجم الشاشة :

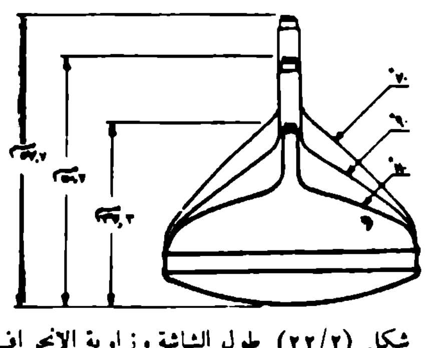
طول شاشة التليفزيون تحدد عمق كابينة جهاز الاستقبال . والاتجاه الحديث نحو تصغير عمق الكابينة وتقليل حجم جهاز الاستقبال ، يتطلب أن يكون طول أنبوبة الشاشة أقل ، على أن يظل حجم الشاشة ثابتاً لا يتغير . وحجم الشاشة يقاس بطول قطر وجهها بوحدة البوصة أو السنتيمتر . فمثلا إذا قلنا شاشة حجم ٢٣ بوصة ، فنعنى أن طول قطرها ٢٣ بوصة . والأحجام التى كانت شائعة الاستعمال هى ١٤" و ١٧" و ٢١" . وبتحسين وجه الشاشة وجعل أركانه أكثر تربيعاً أمكن الوصول إلى أحجام ١٦" و ١٩" و ٢٣" الشائعة الاستعمال فى الوقت الحاضر . انظر شكل (٢١/٢) :



شكل (٢١/٢) حجم الشاشة وزاوية الانحراف

يمكن تقصير طول أنبوبة الشاشة مع ثبات حجمها بزيادة زاوية انحراف شعاع الكهارب . وأكبر زاوية انحراف للشعاع هى الزاوية المقاسة على محور الشاشة . وقد دخلت تحسينات على الشاشة فزادت أقصى زاوية للانحراف من ٥٥° إلى ٧٠° ثم ٩٠° فالى ١١٠° و ١١٤° المستخدمة حالياً . انظر شكل (٢ / ٢٢) .

العيب الرئيسى للأنبوبة ذات زاوية الانحراف الكبيرة ، هو أنها تحتاج إلى قدرة كبيرة لرسم الصورة . ولكن بتحسين جودة القطع الإلكترونية وإعادة تصميم الدوائر ، أمكن التغلب على ذلك . وأحد الوسائل التى تزيد من فاعلية قوى رسم الصورة ، هى وضع ملفات التحريك على مسافة أقرب من شعاع الكهارب ، لأن عنق الأنبوبة التى زاوية انحرافها ١١٠° أرفع من سابقيه .



شكل (٢/٢٢) طول الشاشة وزاوية الانحراف

١٧/٢ الوقاية من الشاشة :

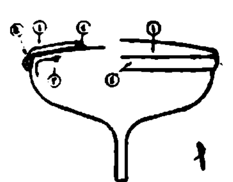
نتيجة لأن أنبوبة الشاشة مفرغة من الهواء تفريغاً جيداً وأن حجمها كبير ، فانه يقع عليها ضغط يصل إلى طن واحد على وجه الشاشة متوسطة الحجم . لذلك يجب اتخاذ الحذر عند مناولة الشاشة . لأنه عند ما تنكسر الشاشة لسبب أو لآخر ، يحدث انفجار وتتطاير شظايا الزجاج بسرعة فى كل مكان .

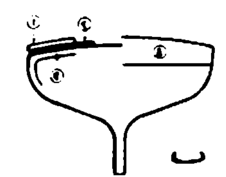
ولحماية الذين يتداولون الشاشات ، يراعى أن يكونوا حذرين ويلبسوا قفازات ونظارات واقية طول فترة عملهم . أما لحماية المشاهد فتتبع إحدى الطرق الآتية :

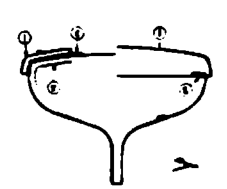
(أ) يوضع « زجاج واقى Safety window » أمام الشاشة ، فإذا حدث انفجار — وهذا نادر جداً — يمنع الزجاج الواقى الشظايا من أن تتطاير نحو المشاهد .

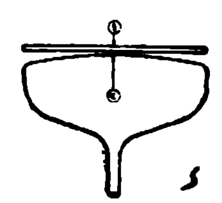
(ب) استخدمت « الشاشة المقنعة Capped CRT » وهى شاشة يوضع أمام وجهها قناع زجاجى كجزء منها ، بدلا من الزجاج الواقى الذى يركب فى الكابينة أمام الشاشة . وهذه الطريقة لم ينتشر استعمالها كثيراً .

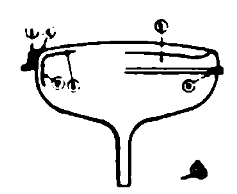
(جـ) أحدث الطرق الذى بدأ يعم استعمالها هى «الشاشة المدرعة Shielded CRT » أو « الشاشة المربوطة Bonded CRT » وهى شاشة يحيط باطار وجهها شريط معدنى مشدود ، يملأ الفراغ بينه وبين جسم الشاشة مادة بلاستيكية، تجعل الشريط والجسم كجزء واحد . هذا الشريط أو الدرع يمنع انطلاق الاجهادات فى الزجاج أثناء كسر الشاشة فلا يحدث الانفجار.

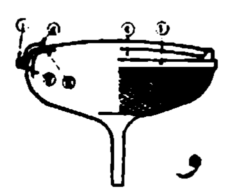












شكل (٢/٢٣) ست طرق مختلفة للوقاية من الشاشة

شكل (٢ / ٢٣) يبين ست طرق مختلفة للوقاية من الشاشة هى :

(أ) الوقاية بلوح بلاستك رقائقى :

(١) لوح بلاستك رقائقى   (٢) مُلَدِّن

(٣) لوح الوجه   (٤) شريط

(ب) الوقاية بلوح زجاج :

(١) لوح زجاج واق   (٢) راتنج

(٣) لوح الوجه   (٤) شريط بلاستك

(جـ) الوقاية بطاقية زجاج :

(١) غلاف زجاجى واق   (٢) راتنج

(٣) لوح الوجه   (٤) اذن تركيب

(د) الزجاج الواقى :

(١) لوح زجاج أو بلاستك مثبت بالكابينة (٢) لوح الوجه

(هـ) الوقاية باطار معدنى :

(١) إطـــار (٢) حشيَّة

(٣) راتنج (٤) لوح الوجـــه

(٥) ثقب تركيب

(و) طوق معدنى وشريط شد وحرير زجاجى :

(١) شريط شد (٢) شريط الطوق

(٣) أسمنت شريط الطوق (٤) لوح الوجه

(٥) حرير زجاجى مشبع بالراتنج على قمع الشاشة

ملخص (٢)

١ - تتكون أنبوبة الشاشة من مدفع إلكترونى يولد شعاعاً من الكهارب تختلف شدته حسب قوة الإشارة الواصلة إليه ، وتواجهه شاشة مغطاة بطبقة فسفورية تشع ضوءاً فى مكان اصطدام الكهارب بها بمقدار شدة الشعاع .

٢ - يجب أن يكون شعاع الكهارب مركَّزاً عند نقطة التقائه بالشاشة ، ويتم ذلك التركيز باحدى الوسائل المغناطيسية أو الكهروستاتيكية ، والأخيرة هى الشائعة الاستعمال :

٣ – يحتاج شعاع الكهارب إلى وسيلة للتحريك الأفقى والرأسى ليرسم الصورة على سطح الشاشة ، ويتم ذلك باحدى الطرق الكهروستاتيكية أو المغناطيسية . والأخيرة هى الشائعة الاستعمال . وملفات الانحراف الموضوعة حول عنق الشاشة هى وسيلة التحريك المغناطيسية .

٤ – يمكن ضبط وضع الشعاع فى مركز الشاشة بوسائل مختلفة . والشائع هو استخدام مغناطيس وسطنة حول عنق الأنبوبة .

٥ – تتولد أيونات داخل أنبوبة الشاشة ، ويتحرك السالب منها إلى وجه الشاشة تحت تأثير المجال الكهربى . باستمرار تصادم سيل الآيونات مع منتصف الشاشة فى مساحة صغيرة ، يحدث تلف بالطبقة الفسفورية هناك ، وهذا ما يسمى بالاحتراق الآيونى . لتفادى حدوث ذلك تستخدم مصايد آيونات ، أو تغطى الطبقة الفسفورية بطبقة ألومينيوم لتحميها .

٦ – تغطية الطبقة الفسفورية بطبقة ألومينيوم تسمى « الألمنة »، وهذا يحسن كل من شدة الإضاءة والتباين للشاشة .

٧ – لتحسين تباين الصورة التليفزيونية عند مشاهدتها فى ضوء محيط قوى ، تستخدم شاشات زجاجها غامق .

٨ – حجم الشاشة يقاس بطول قطر وجهها . والأحجام الشائعة الاستعمال فى الوقت الحالى هى ١٦″ و ١٩″ و ٢٣″ .

٩ – يمكن تقصير طول أنبوبة الشاشة مع ثبات حجمها بزيادة زاوية انحراف شعاع الكهارب . وقد وصلت أقصى زاوية للانحراف إلى ١١٠° و ١١٤° .

١٠ – يندر انفجار أنبوبة الشاشة لسبب أو آخر ، ورغم ذلك تتخذ احتياطات للوقاية منها .

أسئلة (٢)

١ – تكلم عن المكونات الرئيسية لأنبوبة الشاشة .

٢ – لماذا يجب أن يكون شعاع الكهارب مركزاً عند التقائه بالشاشة ؟ اذكر وسائل تركيزه واشرح إحداها .

٣ – اشرح ما يحدث عندما يدخل كهرب فى مجال مغناطيسى .

٤ – لماذا تغطى الطبقة الفسفورية الموجودة على وجه الشاشة بطبقة رقيقة من الألومينيوم من الداخل ؟

٥ – لماذا نحتاج إلى ضبط شعاع الكهارب فى مركز الشاشة ، وكيف يتم ذلك ؟

٦ – تكلم عن الوسائل التى تتبع للوقاية من انفجار الشاشة .

٧ – عرّف تباين الصورة ، وكيف يتأثر بانعكاسات الضوء داخل الشاشة وبالضوء المحيط ، وماذا يتبع لتحسين التباين ؟

٨ – ما هى مزايا الانحراف المغناطيسى على الانحراف الكهروستاتيكى ؟

٩ – كيف يقاس حجم الشاشة ، وما هى الأحجام الشائعة الآن ، وما تأثير زاوية الانحراف على طول أنبوبة الشاشة ؟

١٠ – لماذا تتولد الآيونات داخل أنبوبة الشاشة ، وما تأثيرها ، وكيف نعالج ذلك ؟

١١ – ماذا يحدث إذا تضاعفت المسافة من نقطة انحراف الشعاع إلى الشاشة ، مع ثبات جميع العوامل الأخرى ؟

١٢ – ماذا يحدث لو انعكس تيار الانحراف فى ملفات الانحراف ؟

١٣ – ما هو دور مغناطيسات التصحيح بملفات الانحراف ؟

الباب ٣

الإشارة المرئية المركبة

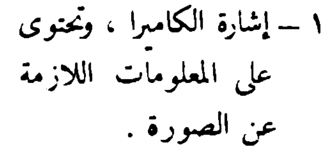
٣ / ١ عناصر الإشارة المرئية المركبة :

شرحنا فيما سبق طريقة رسم الصورة التليفزيونية ، وذكرنا أن شعاع الكهارب يرسم خطاً أفقياً من اليسار إلى اليمين ، ثم يرتد بسرعة إلى اليسار ليبدأ فى رسم الخط الذى يليه . وكما يسطر القلم صفحة بلغة أجنبية ويدون سطراً من اليسار إلى اليمين ثم يرتفع عن الصفحة ليبدأ من اليسار السطر التالى ، كذلك شعاع الكهارب يجب أن يرتفع عن الصفحة أثناء ارتداده حتى لا يطمس ما سجله من تفاصيل الصورة . وعليه يجب أن يطفأ شعاع الكهارب أثناء ارتداده . ويتم ذلك بواسطة إشارات كهربية تسمى « إشارات الإطفاء Blanking Signals » . وتوجد إشارات إطفاء أفقية أثناء ارتداد الشعاع بعد رسم خط أفقى ، وإشارات إطفاء رأسية أثناء ارتداد الشعاع من نهاية إطار إلى أول الإطار الذى يليه .

كذلك يجب أن تكون هناك وسيلة تحكم تربط تزامن شعاع الكهارب أثناء تحركه على شاشة جهاز الاستقبال مع الحركة المماثلة لشعاع الكهارب فى الكاميرا ، لكى نحصل على نفس الصورة . ويتم هذا بواسطة إشارات كهربية

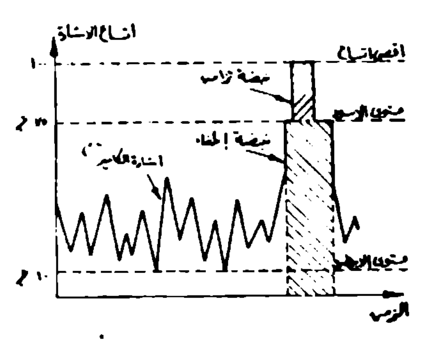
تسمى « إشارات التزامن Synchronization Signals » . وتوجد اشارت تزامن أفقية تربط حركة رسم الخطوط الأفقيه فى جهاز الاستقبال بمثيلاتها فى جهاز الإرسال . كما توجد أيضاً إشارات تزامن رأسية تربط حركة رسم إطار كامل فى جهاز استقبال بمثيله فى جهاز ارسال .

فالإشارة المرئية المركبة تحتوى على جميع المعلومات اللازمة لإعادة إنتاج الصورة . وتتركب من العناصر الآتية :



١ – إشارة الكاميرا ، وتحتوى على المعلومات اللازمة عن الصورة .

٢ – نبضات الإطفاء . لإطفاء الشعاع أثناء الارتداد الأفقى والرأسى . ولضمان عدم تداخل إشارة الكاميرا مع إشارات التزامن .



شكل (٣ / ١) إشارة مرئية مركبة لرسم خط أفقى واحد

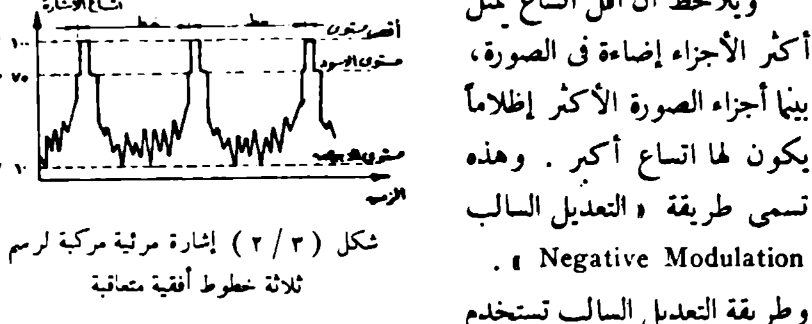
٣ – نبضات التزامن ، لربط تزامن رسم الصورة فى كل من جهازى الارسال والاستقبال .

وشكل (٣/١) يوضح كيف تجمع العناصر الثلاثة إلى بعضها للحصول على إشارة مرئية مركبة لرسم خط أفقى واحد .

٣ / ٢ التعديل السالب للإشارة :

شكل (٣ / ٢) يوضح إشارة مرئية مركبة تمثل ثلاثة خطوط أفقيـــة متعاقبة . فالمحور الرأسى فى الشكل يمثل اتساع تعديل الضغط أو التيار ، بينما يمثل المحور الأفقى الوقت اللازم لرسم الإشارة . وينقسم اتساع الإشارة إلى قسمين ، الجزء السفلى ومقداره ٧٥٪ يخصص لإشارة الكاميرا الفعالة ، بينما الجزء العلوى ومقداره ٢٥٪ يخصص لنبضات التزامن .

فى حالة النظام التليفزيونى ٦٢٥ خط ، نجد أن الوقت اللازم لرسم خط كامل بما فى ذلك فترة الارتداد يساوى $\frac{١}{٢٥ \times ٦٢٥}$ = ٠,٠٠٠٠٦٤ ثانية ، أى ٦٤ ميكروثانية .



شكل (٣ / ٢) إشارة مرئية مركبة لرسم ثلاثة خطوط أفقية متعاقبة

ويلاحظ أن أقل اتساع يمثل أكثر الأجزاء إضاءة فى الصورة، بينما أجزاء الصورة الأكثر إظلاماً يكون لها اتساع أكبر . وهذه تسمى طريقة « التعديل السالب Negative Modulation » . وطريقة التعديل السالب تستخدم فى النظام الأوربى (CCIR) ، وكذلك فى النظام الأمريكى والنظام الروسى . أما النظامان الإنجليزى والفرنسى فيستخدمان طريقة التعديل الموجب .

إذا كان عندنا جهاز تليفزيون مصمم لاستقبال صورة سالبة التعديل ، واستخدمناه لاستقبال نظام إرسال موجب ، نحصل على صورة معكوسة الألوان . أى أن الأجزاء البيضاء فى الصورة الأصلية المتلفزة تظهر على الشاشة كأجـــزاء سوداء ، كما أن الأجزاء السوداء تظهر بيضاء على الشاشة .

٣ / ٣ مقارنة بين التعديل السالب والموجب للإشارة :

يصعب الاختيار بين التعديل السالب والموجب ، لأن كل له مزاياه الخاصة . ففى نظام التعديل السالب نجد أن أى زيادة فى مستوى الإشارة ، تنشأ من « تداخُل Interference » كالناتج عن شوشرة شرارة الاحتراق فى سيارة مثلا ، تدفع اتساع الإشارة إلى المستوى الأسود ، أو الأسود من الأسود . وفى تلك الحالة يكون تأثير التداخل على الصورة المستقبَلة هو تقليل شدة الإضاءة ، وظهور مساحات مظلمة تتغير حسب شدة التداخُل وفترة استمراره . أما فى حالة نظام التعديل الموجب فتنشأ عن مثل هذا التداخُل

مساحات مضيئة . والمساحات المظلمة فى نظام التعديل السالب لا تلاحظ بالمقدار الذى تلاحظ به المساحات المضيئة المتعبة فى نظام التعديل الموجب .

فى نظام التعديل السالب يتعرض التزامن أكثر لتأثير التداخل ، لأن نبضات الشوشرة تزيد من اتساع الإشارة فى نفس اتجاه نبضات التزامن ؛ ونتيجة لذلك ، يحتمل أن تؤخذ نبضات الشوشرة — بالخطأ — كنبضات تزامن فى دوائر جهاز الاستقبال . ولو أن هذا التأثير للشوشرة على التزامن قد أمكن التقليل منه فى جهاز الاستقبال بواسطة «دوائر استقرار Stabilizing Circuits » تستجيب لنبضات التزامن أكثر من استجابتها لنبضات الشوشرة المتداخلة .

فى نظام التعديل السالب نجد المستوى الثابت للأسود، والأسود من الأسود، له اتساع أكبر من اتساع إشارة الصورة المتغيرة . لذلك يمكن استخدامها كضغط تحكم لنظــام « ضابط الكسب الأوتوماتيكى Automatic Gain Control » فى جهــاز الاستقبال بطريقة أسهل من الممكنة فى حالة نظام التعديل الموجب .

وأخيراً نجد أن كفاءة القدرة لجهاز الارسال تزيد فى حالة استخدام نظام التعديل السالب . والسبب فى ذلك هو أن اتساع إشارة الصورة عموماً صغير ويشغل أكبر جزء من دورة الإشارة المركبة ، وعليه يشع جهاز الإرسال قدرة أقل طول أكبر جزء من الدورة . هذا بالإضافة إلى أن أكبر قدرة تشع من جهاز الإرسال تكون عند قمة نبضات التزامن ، حيث تقل أهمية التشويه عنها فى حالة إشارة الصورة . ويلزم حوالى ١٨٪ من وقت خط كامل لفترة ارتداد الشعاع .

٣ / ٤ منطقة أسود من الأسود :

مستوى اللون الأسود ثابت عند ٧٥٪ ولا يتأثر بتفاصيل الصورة ، وبذلك يحافظ على مرجع لشدة الإضاءة فى النظام التليفزيونى . وعند إعادة إنتاج الصورة ، نجد مستوى ٧٥٪ من الإشارة المرئية يمثل جهد قطع شبكة أنبوبة

الصورة ، فيضيع الضوء ، مما ينتج عنه لون أسود . وقيم شدة إضاءة الظلال المختلفة للأبيض والرمادى تُحدد بمقدار اتساعها بالنسبة لمستوى الأسود .

كما أن مستوى ٧٥٪ هو كذلك مستوى الإطفاء .

وأى إشارة اتساعها أكبر من مستوى اللون الأسود تسمى « أسود من الأسود Blacker than Black » وذلك لأن هذا الضغط يجعل جهد شبكة أنبوبة الشاشة أكثر سالبية من جهد القطع . وتقع نبضات التزامن فى منطقة أسود من الأسود .

٣ / ٥ نبضات الإطفاء الافقى :

نبضات الإطفاء الأفقى تطفىء شعاع الكهارب أثناء فترة الارتداد ، وتدفع قيمة الإشارة إلى مستوى الأسود ، وهو ٧٥٪ . وشكل نبضة الإطفاء الأفقى مستطيلة وضيقة . وفترة استمرار نبضة إطفاء أفقى هى نفس فترة ارتداد الشعاع ، أى حوالى ١٨٪ من الفترة اللازمة لرسم خط أفقى كامل . وبما أنه فى نهاية كل خط أفقى نحتاج إلى نبضة إطفاء ، نجد أن معدل تردد النبضات هو ١٥٦٢٥ نبضة فى الثانية .

وجدير بالذكر أن الفترة الحقيقية اللازمة لارتداد الشعاع تكون أقل من ١٨٪ من فترة رسم الخط . ولكن نبضة الإطفاء تمتد إلى ١٨٪ من فترة الخط لكى تعطى فرصة لانهاء الذبذبة المكبوتة فى دائرة التحريك الأفقى عند بداية خط أفقى . والذبذبة المكبوتة تنشأ نتيجة للايقاف المفاجىء للشعاع أثنــاء تحركه السريع فى نهاية الارتداد ، ثم انعكاس حركته فى الاتجاه المضاد ليبدأ رسم الخط الأفقى التالى . هذه الذبذبة المكبوتة ، إذا لم تغطها نبضة إطفــاء أفقى ، تظهر على هيئة خطوط مضيئة ومظلمة على الجانب الأيسر من شاشة التليفزيون .

والإطفاء الأفقى يقلل من بيان التفاصيل الأفقى للصورة التليفزيونية ، كما

يلى : يطفأ الشعاع خلال ١٨٪ من الفترة النظرية اللازمة لرسم خط أفقى . فتكون الفترة الحقيقية لرسم خط أقل من الفترة النظرية بمقدار ١٨٪ . وبما أن الشعاع يتحرك فى فترة أقل لبرسم الخط . فهذا يحتاج أن يسير الشعاع بسرعة أكبر بمقدار ١٨٪ . ونتيجة لذلك يقل بيان التفاصيل فى الاتجاه الأفقى بمقدار ١٨٪ .

٣ / ٦ نبضات الإطفاء الرأسى :

بعد أن يكمل الشعاع رسم إطار كامل ، يرتد إلى أعلى الشاشة ليبدأ رسم الإطار التالى . ويطفأ الشعاع أثناء الارتداد بواسطة نبضة إطفاء رأسى . وشكل نبضة الإطفاء الرأسى مستطيل . وهى أعرض من نبضة الإطفاء الأفقى . وحسب النظام الأوربى ، تستغرق نبضة الإطفاء الرأسى فترة ٢٠ خطاً ، وهى فترة أطول من اللازم لعملية الارتداد فقط ، وذلك حتى تغطى ما يحدثه الارتداد الرأسى من اضطراب فى كل من دائرتى التحريك الرأسى والأفقى . ومعدل تردد نبضات الإطفاء الرأسى هو نفس معدل تردد الإطارات ، أى ٥٠ مرة فى الثانية .

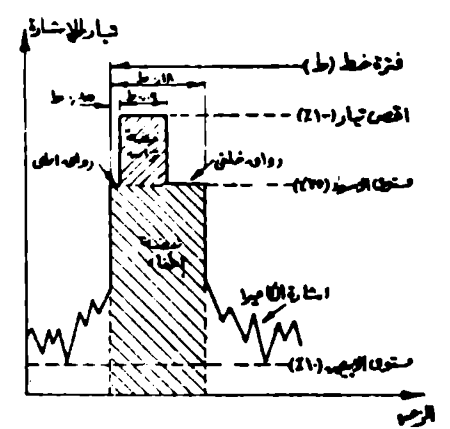
والإطفاء الرأسى يقلل من بيان التفاصيل الرأسى للصورة التليفزيونية كما يلى : بما أن نبضة الإطفاء الرأسى تشغل ٢٠ خطاً ، فهذا يعنى أن عدد خطوط الإطار وهى ٣١٢½ خطاً تنقص إلى ٢٩٢½ خطاً مرئياً . وعلى ذلك يكون الفقد فى عدد الخطوط حوالى ٦٫٥٪ . ولما كان بيان التفاصيل الرأسى يتناسب طردياً مع عدد الخطوط ، فان الإطفاء الرأسى يقلل بيان التفاصيل فى الاتجاه الرأسى للصورة التليفزيونية بمقدار ٦٫٥٪ .

وإجمالا ، يقلل الإطفاء الأفقى والرأسى بيان التفاصيل للصورة التليفزيونية بمقدار ١٨ + ٦٫٥ = ٢٤٫٥٪ . ولما كان بيان تفاصيل الصورة — دون اعتبار للإطفاء — يساوى ٦٢٥ × ٦٢٥ × ⁴⁄₃ = ٥٢٠٠٠٠ ، فبعد عمليات الإطفاء ينقص بيان التفاصيل بمقدار ٢٤٫٥٪ ، فيصير حوالى ٤٠٠٠٠٠ .

٣ / ٧ نبضات التزامن الافقى :

من الضرورى لظهور الصورة التليفزيونية على الشاشة أن تكون حركة شعاع الكهارب فى كل من جهازى الإرسال والاستقبال متماثلة فى نفس الوقت وبنفس الطريقة . وخلال رسم خط أفقى ، تعتمد حركة شعاع الكهارب فى جهاز الاستقبال على دائرة التحريك فى نفس الجهاز ، التى يجب أن تكون أدق ما يمكن . ولكن عند نهاية كل خط يصحح أى تغيير بسيط للشعاع بواسطة نبضة حادة تأتى من جهاز الإرسال ، هى نبضة التزامن الأفقى .

وعمل نبضة التزامن الأفقى هو مجرد بدء تحريك ارتداد الشعاع . أما فترة الارتداد ووقت بدء الخط التالى وسرعة رسم الخط ، كل ذلك يظل مسئولا من دائرة التحريك الأفقى بجهاز الاستقبال .



شكل (٣ / ٣) شكل يبين وضع نبضة تزامن أفقى على نبضة إطفاء أفقى

شكل (٣/٣) يبين وضع نبضة تزامن أفقى على نبضة اطفاء أفقى . وواضح أن نبضة التزامن تبدأ من مستوى الأسود ، وتمتد فى منطقة أسود من الأسود إلى ١٠٠٪ من إتساع الإشارة . ويتأثر التزامن فقط بمقدمة النبضة ، وعلى ذلك لا تكون لفترة استمرار النبضة أى أهمية بالنسبة لدقة التزامن . وعرض نبضة التزامن فى النظام الأوربى ٩٪ من فترة رسم خط أفقى .

وبدء نبضة التزامن لا ينطبق مع بدء نبضة الإطفاء ، بل يتبعه بعد وقت مقداره ١,٥٪ من فترة خط أفقى . هذا حتى تبدأ النبضة من مستوى ثابت هو مستوى الأسود ، لأن ذلك يساعد على سهولة تصميم الدائرة . أما إذا بدأت

نبضة التزامن فى نفس وقت نبضة الإطفاء ، نجد أن نبضة التزامن تقوم على قمم تعتمد على شدة إضاءة التفاصيل فى نهاية كل خط . والقطاع فى مستوى الأسود بين بدء نبضة الإطفاء وبدء نبضة التزامن يسمى « الرواق الأمامى Front Porch » . والقطاع فى مستوى الأسود بين نهاية نبضة التزامن ونهاية نبضة الإطفاء يسمى « الرواق الخلفى Back Porch » .

فى حالة فقد التزامن الأفقى بين جهاز الإرسال وجهاز الاستقبال ، نجد أن الصورة المستقبلة تمتد بميل بطريقة يستحيل معها تمييز الصورة . وأن الشاشة تقسم بواسطة حزم مظلمة مائلة تمثل الإطفاء الأفقى كما فى شكل (٣ / ٤) . وفقد التزامن الأفقى قد لا يكون نتيجة وجود عيب بالجهاز نفسه ، بل نتيجة لحدوث «تداخل Interference » خارجى .

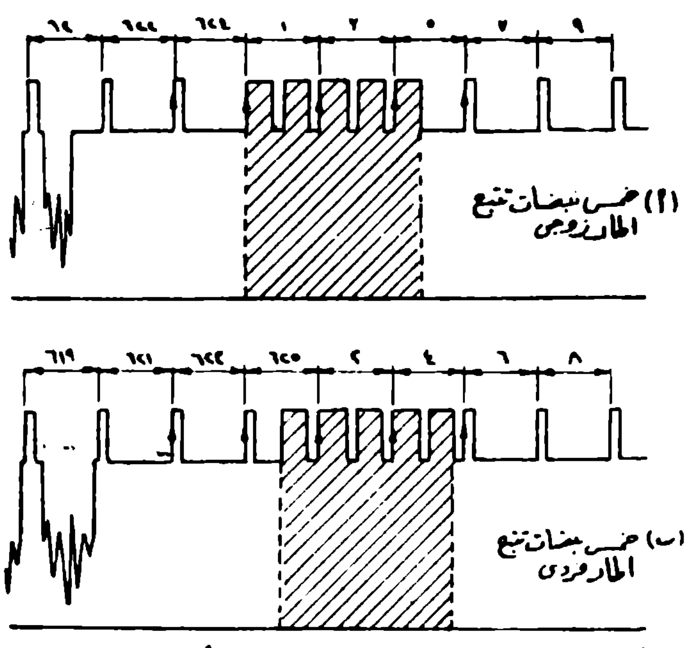


شكل (٣ / ٤) حالة فقد التزامن الأفقى كما تظهر على شاشة التليفزيون

٣ / ٨ نبضات التزامن الرأسى :

من الضرورى وجود تزامن دقيق بين جهازى الإرسال والاستقبال بخصوص الانحراف الرأسى . وذلك لتحديد لحظة ارتداد شعاع الكهارب من أسفل الصورة إلى أعلاها فى نهاية كل إطار . يتم ذلك بواسطة نبضات التزامن الرأسى ، التى تقع أيضاً فى منطقة أسود من الأسود . وتبقى نبضة التزامن الرأسى لفترة أطول من فترة نبضة التزامن الأفقى ، حتى يمكن تمييزهما وفصلهما عن بعضهما . وفترة نبضة التزامن الرأسى — فى النظام الأوربى — تساوى تقريباً الفترة اللازمة لخمسة أنصاف خطوط (بالضبط ٢٤١٪ من الفترة اللازمة لرسم خط أفقى) .

لتفادى ضياع التزامن الأفقى أثناء نبضة التزامن الرأسى ، تقسم نبضة التزامن الرأسى العريضة إلى عدة نبضات رفيعة ، جوانبها الأمامية تنطبق تماماً على الجوانب الأمامية لنبضات التزامن الأفقى التى تحل محلها . وهذا يساعد على استمرار تأثير نبضات التزامن الأفقى فى دائرة الانحراف الأفقى بجهاز الاستقبال ، بالرغم من اشتراكها مع نبضات التزامن الرأسى .



شكل (٣ / ٥) شكل يبين تقسيم نبضة التزامن الرأسى إلى خمسة نبضات

واستمرار تأثير نبضات التزامن الأفقى ضرورى للمحافظة على التشابك، وذلك بالرغم من إطفاء الخطوط الأفقية التى تحدث أثناء التزامن الرأسى .

وكما فى شكل (٣ / ٥) تقسم نبضة التزامن الرأسى إلى خمسة نبضات : وكل من النبضات الخمسة يكون عرضها ٤١٪ من فترة خط ، وتفصل بين كل منها ثغرة عرضها ٩٪ من فترة خط . والسر فى أن كل من التقسيمات تشغل نصف خط ، هو السماح باستخدام النبضات المتتالية للتزامن الأفقى فى كل من الإطارات الفردية والزوجية .

وفى حالة فقد التزامن الرأسى بين جهاز الاستقبال وجهاز الإرسال ، لأى سبب من الأسباب ، نجد أن الصورة المستقبلة تتحرك ببطء إلى أعلى أو إلى أسفل شاشة جهاز الاستقبال . وهذا يعرف باسم « انزلاق الإطار Frame Slip » انظر شكل (٣ / ٦) .



شكل (٣ / ٦) حالة فقد التزامن الرأسى كما تظهر على شاشة التليفزيون

٣ / ٩ نبضات التعادل
Equalizing Pulses

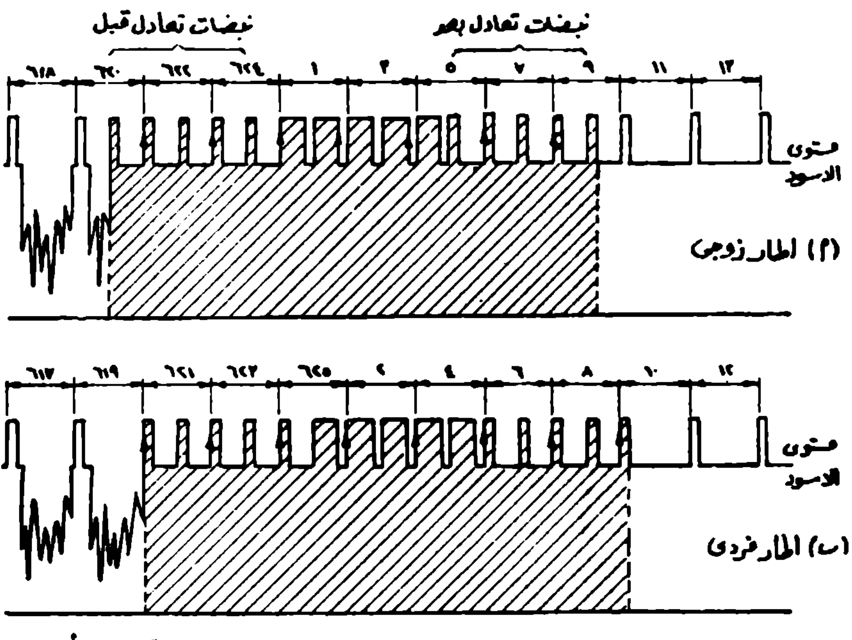
تضاف إلى نبضات التزامن الرأسى نبضات تعادل ، بهدف زيادة دقة نبضات التزامن الرأسى للإطارات الفردية والزوجية .

فى شكل (٣ / ٧) توجد مجموعتان من نبضات التعادل موضوعة قبل وبعد نبضات التزامن الرأسى . وتتكون كل مجموعة نبضات تعادل من خمسة نبضات رفيعة ، موزعة على فترات نصف خط . وعرض كل منها ٤,٥٪ من فترة خط .

وجود نبضات تعادل قبل وبعد نبضات التزامن الرأسى ، يعمل على تعادل الشحنات المختلفة التى تحدث فى دوائر التزامن الرأسى فى المجالات المتتالية . وهناك فرق بسيط مقدراً له أن يحدث بسبب فرق النصف خط بين آخر نبضة تزامن أفقى وأول نبضة تزامن رأسى ، وهذا يعنى أن متوسط جهد التزامن يختلف فى المجالات الفردية عنه فى المجالات الزوجية . وقد أمكن معادلة هذا الاختلاف ، إلى حد ما ، بإضافة نبضات التعادل . إذ أن نبضات التعادل تقسم الفترة الخاصة بجهدين غير متساويين إلى فترات متساوية الجهد .

٣ / ١٠ نماذج الإختبار Test Patterns :

لضبط الصورة التليفزيونية ولمقارنة الأداء ، نحتاج إلى نموذج قياس يسمى « نموذج الاختبار » . ونموذج الاختبار عبارة عن شكل مرسوم بطريقة



شكل (٣/ ٧) مجموعتان من نبضات التعادل موضوعة قبل وبعد نبضات التزامن الرأسى

معينة تساعد على ضبط واختبار جودة الصورة التليفزيونية . وشكل (٣/ ٨) يبين صورة لنموذج اختبار يذاع فى كثير من محطات التليفزيون.نوع NBC (شركة الإذاعة الأهلية National Broadcasting Company) . ويتركب من خطوط ومساحات سوداء وبيضاء مرسومة على أرضية رمادية اللون . والمساحات البيضاء والسوداء فى النموذج متساوية تقريباً ، واللون الرمادى وسط بينهما . وهذا يحاكى منظراً متوسطاً ، مما يجعلنا لا نحتاج لضبط جهاز التليفزيون بعد أن نحوله من استقبال النموذج إلى استقبال البرنامج .

وتفصيل مركبات نموذج الاختبار كما يلى :

– أرضية رمادية درجة لونها وسط بين الأبيض والأسود .

– دائرتان كبيرتان لهما نفس المركز ، إحداهما بيضاء قطرها يساوى عرض الصورة ، والأخرى سوداء قطرها يساوى ارتفاع الصورة :



شكل (٣ / ٨) نموذج اختبار نوع NBC

– مجموعات خطوط سوداء وبيضاء ، تتقارب عند الوسط وتتباعد عند الطرف . مجموعتان أفقيتان ومجموعتان رأسيتان ، وعليها أرقـــام .

– فى نهاية كل من المجموعتين الأفقيتين ، توجد مساحة مستطيلة بيضاء إلى الداخل ، وأخرى سوداء إلى الخارج .

– خمس دوائر صغيرة متتالية ممركزة فى الوسط ، الواحدة تلو الأخرى ، وتتدرج ألوانها من الأسود فى الوسط إلى الأبيض فى الخارج :

– حروف ترمز إلى اسم المحطة التى تذيع النموذج :

٣/ ١١ ما يبينه نموذج الاختبار :

يستخدم نموذج الاختبار فى بيان الآتى :

(ا) نسبة الصورة :

النسبة القياسية للصورة هى نسبة عرضها إلى ارتفاعها وتساوى فى النظام التليفزيونى ٤ : ٣ . وفى نموذج الاختبار نجد أن نسبة قطر الدائرة الكبيرة البيضاء إلى قطر الدائرة السوداء الأصغر منها تساوى أيضاً ٤ : ٣ . وحتى تكون نسبة الصورة مضبوطة ، يجب أن تلامس الدائرة البيضاء جانبى الشاشة، بينما تلامس الدائرة السوداء أعلى وأسفل الشاشة . ويتم ضبط ذلك بواسطة أزرار التحكم فى عرض الصورة وارتفاعها ، الموجودة بجهاز التليفزيون .

(ب) الاستقامة Linearity :

بعد ضبط عرض الصورة وارتفاعها يمكن اختبار استقامتها . (تستعمل كذلك كلمة الخطيّة بدلا من الاستقامة) .

واستقامة الصورة التليفزيونية المستقبلة تعنى تساوى توزيع تفاصيل الصورة على مساحتها ، فلا تكون تفاصيل الصورة متقاربة فى مكان ومتباعدة فى مكان آخر ، بل موزعة توزيعاً عادلا على مساحتها .

ويمكن معرفة أى خلل فى الاستقامة الأفقيـــة بمقارنة طول مجموعتى الخطوط الأفقية . فطول مجموعتى الخطوط الأفقية واحد على نموذج الاختبار المذاع . فإذا اختلف طول مجموعتى الخطوط الأفقية على الشاشة ، كان معنى ذلك وجود خلل فى الاستقامة الأفقية .

كما يمكن معرفة أى خلل فى الاستقامة الرأسية أيضاً بمقارنة طول مجموعتى الخطوط الرأسية بالمثل . وأى خلل فى الاستقامة الأفقية أو الرأسية يجعل الدائرة فى نموذج الاختبار غير مستديرة تماماً ، ويمكن ملاحظة ذلك بسهولة

(ح) التركيز Focussing :

التركيز هنا يعنى تجميع شعاع الكهارب فى نقطة على الشاشة . ومقطع الشعاع على الشاشة يحدد تفاصيل الصورة . ويكون التركيز صحيحاً إذا كانت الخطوط السوداء والبيضاء فى مجموعات الخطوط الأفقية والرأسية يمكن تميزها عن بعضها فى الأماكن الأقرب ما يمكن من مركز الصورة . أو عندما يمكن تميز خطوط رسم الصورة بوضوح عند منتصف الشاشة .

(د) شدة الإضاءة والتباين Brightness and Contrast :

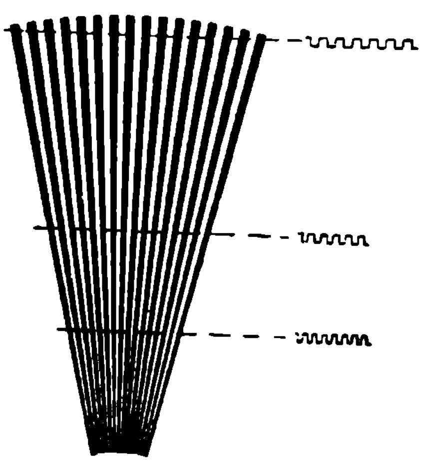
تختبر شدة الإضاءة والتباين بواسطة الهدف فى نموذج الاختبار . والهدف هو الخمس دوائر الصغيرة المتتالية المركزة فى وسط نموذج الاختبار : ودرجات ألوان الهدف تتراوح بين الأسود فى الوسط ، وثلاثة تدرجات من اللون الرمادى ، إلى الدائرة الخارجية البيضاء . وهذا يمثل خمس تغيرات متساوية فى قيمة اللون ، يمكن استخدامها لضبط شدة الإضاءة والتباين . ويضبط الجهاز بحيث يمكن التميز بين قيم الألوان المختلفة .

(هـ) بيان التفاصيل :

تكلمنا عن بيان التفاصيل قبل ذلك. والآن سنرى كيف نقيس بيان التفاصيل بواسطة نموذج الاختبار ، مقدراً بعدد الخطوط . فمثلا إذا كان بيان التفاصيل الرأسى فى الصورة التى تستقبل هو ١٥٠ خطاً ، فهذا يعنى أنه يمكن رؤية ١٥٠ خطاً أفقياً مستقلا ، عبارة عن ٧٥ خطاً أسوداً تفصل ٧٥ خطاً أبيضاً . وفى حالة تساوى بيان التفاصل فى كل من الاتجاه الأفقى والرأسى ، نحصل على ١٥٠ × $\frac{4}{3}$ = ٢٠٠ خطاً رأسياً يمكن تميزها ، ١٠٠ خط أسود و ١٠٠ خط أبيض . ورغم ذلك ما زلنا نعتبر أن بيان التفاصيل هو ١٥٠ خطاً ، لأن البيان يقاس بمدلول ارتفاع الصورة سواء أشرنا إلى التفاصيل الأفقية أو الرأسية ، وذلك حتى نضع أسساً ثابتة للمقارنة .

(و) بيان التفاصيل الرأسى :

التقسيم الموجود على مجموعة الخطوط الأفقيـــة (الاسفين Wedge الأفقى) فى نموذج الاختبار ، يستخدم لقياس البيان الرأسى للصورة المستقبلة . وعند الطرف الخارجى للأسفين الأفقى يكون البيان الرأسى ١٥٠ خطاً . ويزيد البيان كلما اتجهنا فى مركز نموذج الاختبار لتقارب الخطوط . وعندما يقابل الاسفين الدائرة البيضاء فى الوسط ، يكون البيان ٣٠٠ خطاً . وأقصى بيان رأسى على نموذج الاختبار هذا ، هو ٣٧٢ خطاً . وعندما لا يمكن تمييز الخطوط الفردية فى الاسفين من بعضها البعض أبعد من قرائة ٢٠٠ مثلا ، يكون البيان الرأسى لتلك الصورة هو ٢٠٠ خطاً .



شكل (٣/٩) الترددات التى تمثلها قطاعات مختلفة للاسفين تزيد كلما قرب القطاع من المركز .

وشكل (٣/٩) يبين اسفيناً مكوناً من ٣١ خط ، ١٦ خط أسود و١٥ خط أبيض . وفى حالة الوضع الأفقى للاسفين يكون ارتفاعه $\frac{١}{٤,٨٤}$ من ارتفاع الصورة . وعليه يكون عدد الخطوط التى تشغل كل ارتفاع الصورة هناك هو ٣١ × ٤,٨٤ = ١٥٠ خطاً . أما ارتفاع الاسفين من الداخل عندما يقابل الدائرة البيضاء فهو نصف ذلك . وعليه يكون عدد الخطوط التى تشغل كل ارتفاع الصورة هناك هو ٣٠٠ خطاً . ويقاس البيان عند أى نقطة أخرى على الاسفين الأفقى بنفس الطريقة .

(ز) بيان التفاصيل الأفقى :

يوضح شكل (٣/ ٩) الاسفين الرأسى العلوى ، وهو مكون كذلك من

٣١ خط . ونحسب خطوط البيان الأفقى كما حسبنا خطوط البيان الرأسى . فمثلا رغم أن ٣٠٠ خط فى البيان الأفقى تماثل ٣٠٠ خط فى البيان الرأسى ، إلا أنه فى الحقيقة تكون التفاصيل الممكن تميزها على عرض الصورة هو ٣٠٠ × ⁴⁄₃ أى ٤٠٠ خطاً . ويقاس البيان الأفقى عند أى نقطة أخرى عـــلى الاسفين الرأسى بنفس الطريقة .

(ح) استجابة التردد :

الأسفين الرأسى الأسفل يماثل الأسفين الرأسى الأعلى ، إلا أن تدريج الأسفين الأسفل يعطى استجابة التردد مقاساً بالميجا ذبذبة فى الثانية . والتدريج من ٢ ميجاذ / ث فى أسفل الأسفين إلى حوالى ٤ ميجاذ / ث فى أعلاه .

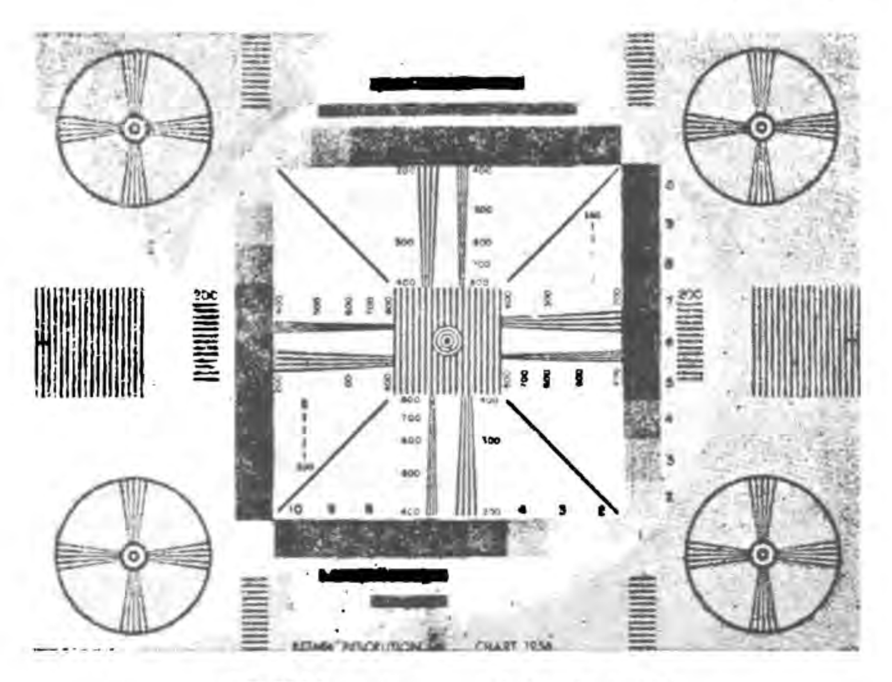
ويمكن تحويل مقياس عدد الخطوط إلى مقياس التردد ، بقسمة عدد دورات البيان (حالة ٣١ خطاً تساوى ½١٥ دورة بيان) على الوقت اللازم لرسمها .

٣ / ١٢ نموذج اختبار نوع RETMA :

نموذج الاختبار المبين فى شكل (٣/١٠) يسمى RETMA وهى اختصار "Radio Electronics Television Manufacturers Association". وكانت سابقاً RMA أى "Radio Manufacturers Association" . وكان الغرض من إعداد هذا النموذج هو توحيد قياسات بيان التفاصيل . وفى العادة لا يذاع نموذج الاختبار هذا لأنه أكثر تفصيلا من النموذج السابق . والنموذج به دوائر وأسفينات ومقياس رمادى يمكن استخدامها بنفس الطريقة التى شرحناها عندما تكلمنا على نموذج الاختبار السابق . وتوزيع المساحات اللونية فى مجموعها بعد ضبط النموذج يحاكى منظراً متوسطاً ، مما يغنينا عن ضبط الجهاز بعد تحويله من النموذج إلى استقبال برنامج :

الأسفينات الموجودة فى الدوائر الموزعة على الأركان الأربعة للصورة تستخدم فى قياس الاستقامة وبيان التفاصيل .

توجد أربعة شرائط أفقية ورأسية متدرجة الألوان تكوّن مربعاً داخل الدائرة البيضاء الكبيرة . وكل شريط مرقم من ١ إلى ١٠ كمقياس رمادى مكون من عشر درجات لوغاريتمية من اللون الأبيض إلى ما يقرب من عشر هذه القيمة . ويمكن اختبار نسبة الصورة الصحيحة إذا كونت تلك الشرائط مربعاً صحيحاً .



شكل (٣ / ١٠) نموذج اختبار نوع RETMA

توجد أسفينات كبيرة داخل الدائرة البيضاء الكبيرة يمكن بواسطتها معرفة بيان التفاصيل . ويمتد مقياس بيان التفاصيل إلى ٨٠٠ خطاً .

بجانب ذلك توجد مجموعات خطوط متوازية رأسية وأفقية موزعة على الصورة لاختبار الاستقامة الأفقية والرأسية . وجميع تلك الخطوط المتوازية موضوعة لبيان تفاصيل ٢٠٠ خطاً . وهناك خطان رأسيان متقطعان أحدهما مدرج من ٥٠ إلى ٣٠٠ ، والآخر من ٣٥٠ إلى ٦٠٠ ، تستخدم لقياس بيان

التفاصيل كالأسفينات ، بالإضافة إلى أنها وسيلة دقيقة لاختبار تردد الذبذبات العـــابرة .

وهناك دوائر بيان صغيرة فى مركز الدائرة البيضاء الكبيرة ؛ وفى مركز الأربعة دوائر الموجودة بالأركان ، وذلك لاختبار اهليجية (شكل قطاع ناقص) نقطة تلاقى شعاع الكهارب مع الشاشة الفسفورية . وبيان دوائر الأركان ١٥٠ ، وهو أقل من بيان دوائر المركز ٣٠٠ ، بسبب زيادة الاخلال بالتركيز عند الأركان نتيجة لانحراف شعاع الكهارب .

والأربعة خطوط التى تكوّن قطرى مربع الشرائط الكبير ، يمكن استخدامها لاختبار التشابك . والخط المفلول يدل على ازدواج جزئى للخطوط المتشابكة . أما فى حالة الازدواج الكلى للخطوط ، عندما تنطبق الخطوط الفردية والزوجية على بعضها ، فلا يكون لذلك مفعول . ويستدل على مثل هذه الحالة بملاحظة النقص الظاهر للبيان الرأسى .

٣ / ١٣ نموذج اختبار نوع «رأس الهندى» :

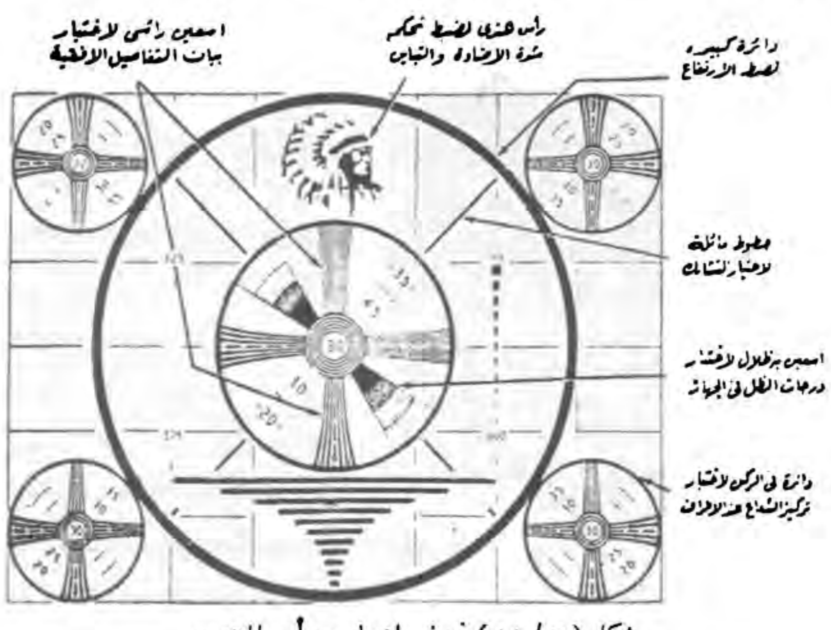
شكل (٣/ ١١) به نموذج اختبار رأس الهندى . وهو عادة مطبوع على لوح صورة أنبوبة مونوسكوب . ويميز هذا النموذج وجود رسم لرأس أحد الهنود الحمر ، مما يساعد على اختبار درجات اللون الرمادى فى صورة حقيقية

تقسم مساحة النموذج إلى مربعات متساوية تغطى الصورة بأكملها . ويستفاد بالمربعات فى اختبار الاستقامة الرأسية والأفقية فى أى جزء من الصورة . وعند حدوث خلل فى الاستقامة تفقد المربعات تربيعها ، وتتزاحم أو تتمدد فى الاتجاه الرأسى أو الأفقى .

٣ / ١٤ الموجة التليفزيونية الحاملة :

لنقل الإشارة المرئية ؛ تحمل على موجة حاملة بطريقة تعديل الاتساع ، وذلك بأن يتغير اتساع الموجة الحاملة حسب التغير فى الإشارة المرئية . وفى

شكل (٣/ ١٢) نرى موجة حاملة ذات تردد عالى معدلة باشارة مرئية مركبة بطريقة تعديل اتساع . ونلاحظ أن اتساع الموجة الحاملة المعدّلة يتغير حسب الإشارة المرئية المعدّلة ، ومن ثم نحصل على غلاف تغيرات فى سعة الموجة



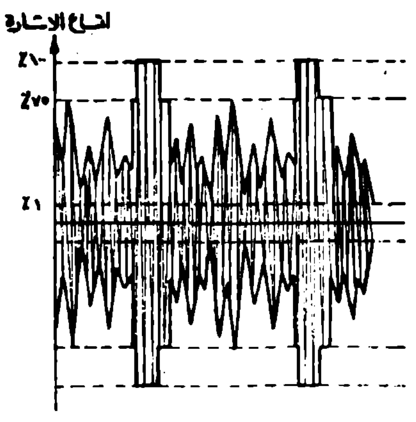
شكل (٣ / ١١) نموذج اختبار « رأس الهندى »

الحاملة المعدّلة يماثل الإشارة المرئية المركبة المعدّلة. وبهذه الطريقة تنقل إشارة الكاميرا ، أو نبضات الإطفاء ونبضات التزامن ، إلى جهاز الاستقبال على هيئة غلاف الموجة التليفزيونية الحاملة . وفى جهاز الاستقبال تكشف الإشارة المعدّلة ، لنحصل منهـــا على الإشارة المرئية المركبة التى تستخدم لإعادة إنتاج الصــــورة .

٣ / ١٥ تردد الإشارة المرئية :

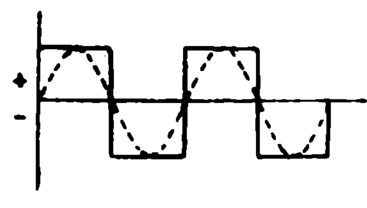
ذكرنا فيما سبق فى هذا الباب أن أقصى بيان تفاصيل للصورة التليفزيونية فى النظام الأوربى هو ٤٠٠٠٠٠ جزئ . ولما كان معدل تكرار الصورة هو ٢٥ صورة فى الثانية ؛ يكون معدل رسم جزيئات الصورة ٤٠٠٠٠٠ × ٢٥ =

١٠٠٠٠٠٠٠ جزيئاً فى الثانية . وبفرض أقصى حالة ، التى فيها تتوالى جزيئات الصورة مضيئة ومظلمة الواحدة بجوار الأخرى كما فى رقعة الشطرنج ، نحصل على إشارة كاميرا على هيئة موجة مربعة ذات خمسة مليون ذبذبة فى الثانية ، كل ذبذبة مكونة من نصف مربع موجب ونصف مربع سالب ، كما فى شكل (٣ / ١٣) .



شكل (٣ / ١٢) موجة حاملة معدلة تعديل اتساع باشارة مرئية مركبة . والمستويات مبينة كنسب لأقصى اتساع للموجة الحاملة كالآتى : ١٠٪ مستوى الأبيض، ٧٥٪ مستوى الأسود، ٧٥ - ١٠٠٪ مستوى الأسود من الأسود

ولما كان الشكل الموجى المربع يمكن تحليله إلى موجة جيبية أساسية بالإضافة إلى توافقات ، فسنكتفى هنا بالموجة الجيبية الأساسية التى ترددها ٥ ميجا ذ/ث . وسنعتبر هذا التردد أعلى تردد للاشارة المرئية ، وسيلعب هذا دوراً هاماً على طول مراحل الإرسال والاستقبال :



شكل (٣/١٣) موجة مربعة وموجة جيبية مناظرة (منقطة)

٣ / ١٦ الحزمات الجانبية :

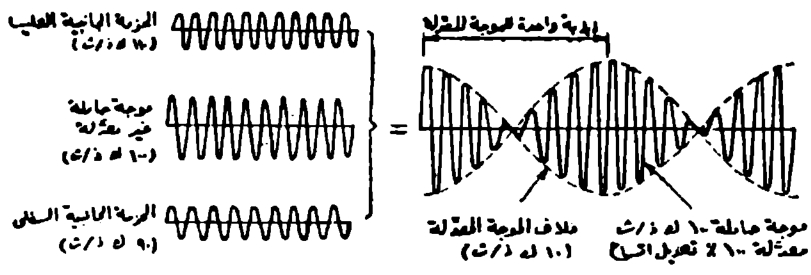
الإشعاع الذى ترسله محطة الإرسال لا يحوى تردد الموجة الحاملة فقط ، إذ بتعديل الموجة الحاملة تتولد ترددات أخرى . فاذا عدلنا موجة حاملة بموجة أخرى ذات تردد ثابت ، نحصل على ثلاثة موجات مختلفة ، ترددها يساوى :

- تردد الموجة الحاملة نفسها :

– مجموع تردد الموجة الحاملة وتردد الموجة المعدِّلة .

– الفرق بين تردد الموجة الحاملة وتردد الموجة المعدِّلة .

فمثلا إذا كان تردد الموجة الحاملة يساوى ١٠٠ ميجاذ/ث ، وتردد الموجة المعدِّلة يساوى ٥ ميجاذ/ث ، فإننا نحصل على موجة حاملة معدَّلة مكونة من ثلاث موجات ترددها ٩٥ ميجاذ/ث و ١٠٠ ميجاذ/ث و ١٠٥ ميجاذ/ث ، كما فى شكل (٣/ ١٤) .



شكل (٣/ ١٤) ناتج التعديل : موجة حاملة وحزمتان جانبيتان

والموجة التليفزيونية الحاملة المعدَّلة بالإشارة المرئية المركبة ، تكون فى الحقيقة معدَّلة فى نفس الوقت بعدد هائل من الموجات الجيبية ، تتراوح تردداتها بين ٢٥ ذ/ث وهو تردد الصورة ، وبين ٥ ميجاذ/ث وهو أقصى بيان تفاصيل . وهذا بدوره يعنى أن حزمة ترددات عرضها ٥ ميجاذ/ث موجودة على جانبى الموجة الحاملة .

وحزمة الترددات الموجودة على كل جانب تسمى « الحزمة الجانبية Side Band » . والمحطة التى تستخدم موجة تعديل قدرها ٥ ميجاذ/ث تشغل حزمة ترددات عرضها ٢ × ٥ = ١٠ ميجاذ/ث . ويسمى ذلك إرسال حزمة جانبية مزدوجة "Double Side Band Transmission" .

٣ / ١٧ إرسال حزمة جانبية منفردة

"Single Side Band Transmission"

تحتوى الحزمات الجانبية على جميع معلومات التعديل ، أما الموجة الحاملة بمفردها فلا تحوى أى معلومات . وتوجد كل طاقة إشارة التعديل فى الحزمات

الجانبية . والحزمة الجانبية العليا هي التي يزيد ترددها عن تردد الموجة الحاملة . والحزمة الجانبية السفلى هي التي يقل ترددها عن تردد الموجة الحاملة . وكل من الحزمات الجانبية العليا والسفلى تبعد عن الموجة الحاملة بنفس مقدار التردد ، كما أن كل منها لها نفس المقدار .

وتحتوى كل من الحزمات الجانبية العليا والسفلى على نفس المقدار من معلومات إشارة التعديل ، أى أن قدرة التعديل موزعة بالتساوى بين كل من الحزمات الجانبية .

نفهم من ذلك أنه إذا ألغينا إحدى الحزمات الجانبية العليا أو السفلى ، فلا تزال فى الحزمة الباقية جميع المعلومات اللازمة ، ولكن القدرة المتبقية تساوى نصف قدرة التعديل الكلية . فإذا استخدمنا حزمة جانبية واحدة فقط بالإضافة إلى الموجة الحاملة لإرسال معلومات التعديل ، فان ذلك يسمى « إرسال حزمة جانبية منفردة » .

وجهاز الإرسال بطبيعته يولد حزمتين جانبيتين ، ومن الأسهل والأرخص إرسال كل من الحزمتين ، لأن محاولة إلغاء إحدى الحزمتين يحتاج إلى مرشحات معقدة وغالية . وبالرغم من ذلك يستخدم « إرسال حزمة جانبية منفردة » لبعض أسباب نذكر منها ما يلى :

الرغبة فى الحصول على أكبر عدد من المحطات فى مدى موجى واحد ، هو الذى دفع إلى استخدام « إرسال حزمة جانبية منفردة » لمضاعفة عدد قنوات الإرسال . فالجزء من مدى الترددات الذى كانت تشغله الحزمة الجانبية الملغاة ، يمكن استخدامه لمحطة إرسال أخرى يضاف إلى ذلك ميزة أخرى وهى أن الهوائيات وأجهزة الاستقبال تحتاج إلى عرض حزمة ترددات أقل فى حالة الحزمة الجانبية المنفردة ، وهذا يسهل كثيراً . أما عيب الحزمة الجانبية المنفردة ، فهو أن نصف طاقة التعديل تفقد .

٣ / ١٨ الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية

Vestigial Side Band Transmission

فى حالة الحزمة الجانبية المنفردة ، تُلغى الحزمة الغير مرغوب فيها بواسطة مرشحات بعد آخر مرحلة تكبير فى جهاز الإرسال . ولكنه يصعب تصميم مرشحات يمكنها إلغاء حزمة جانبية كلية وبكل إحكام ، على أن تترك الحزمة الجانبية المطلوبة فقط دون أى تشويه . وعلى كل حال يصعب إلغاء حزمة جانبية دون تعريض الموجة الحاملة نفسها للالغاء، أو إحداث تشويه وجه بها .

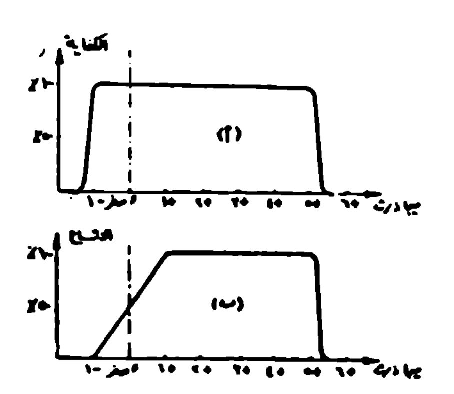
شكل (٣/١٥) الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية

حلاً لذلك يستخدم «الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية» حيث لا تلغى كلية حزمة جانبية كما فى حالة حزمة جانبية منفردة ، بل يترك من الحزمة الملغاة الجزء المجاور للموجة الحاملة ، كما فى شكل (٣/١٥) . ومن هنا جاءت تسمية « الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية » . ويلاحظ من الشكل أن الحزمة الجانبية السفلى هى التى ألغيت ، ولم يبق منها غير جزء صغير بجوار الموجة الحاملة ، يمتد إلى حوالى ١ ميجاذ / ث . أما الحزمة الجانبية العليا فما زالت باقية بأكملها ، وتمتد إلى ٥ ميجاذ / ث .

٣ / ١٩ تصحيح الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية فى جهاز الاستقبال

الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية يخلق المشكلة الآتية : حتى حوالى ١ ميجاذ / ث يكون الإرسال عادى للحزمتين ، بينما الإرسال للترددات الأعلى من ذلك يكون لحزمة جانبية منفردة فقط . ينتج عن ذلك أن تزيد نسبة تعديل الترددات المرئية المنخفضة . وهذا يوجد تشويه فى تعديل الترددات المرئية ، ليس نتيجة لبيان تفاصيل الصورة ، بل نتيجة لطريقة الإرسال الجزئى .

يتم تصحيح ذلك فى جهاز الاستقبال نفسه . ففى شكل (٣/١٦) نجد رسم (١) لمنحنى الإرسال و (ب) لمنحنى الاستقبال . فشكل (١) يوضح المنحنى المميز للإرسال ، أى مقدار إتساع الموجات المشعة من هوائى الإرسال عند ترددات مختلفة . أما الشكل (ب) فيبين منحنى الاستجابة للاستقبال ، أى مقدار تكبير الموجات عند مختلف الترددات فى جهاز الإستقبال .



شكل (٣/١٦) منحنيات الإرسال والاستقبال الجزئية لحزمة الجانبية

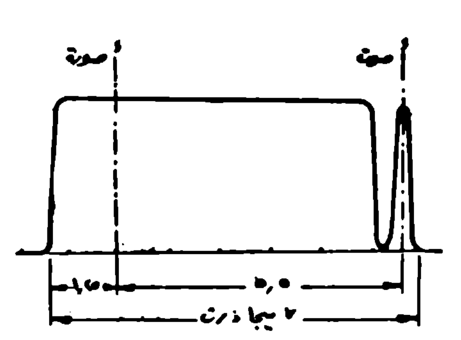
منحنى الاستجابة للاستقبال يختلف عن حالة الإرسال . فكما فى الشكل(ب) ، نجد أن منحنى الاستجابة يبدأ من الصفر عند تردد - ١,٢٥ ميجاذ/ث ، ويزيد بالتدريج حتى يصل عند تردد الموجة الحاملة إلى نصف قيمته العظمى ، ثم يستمر فى الزيادة التدريجية إلى أن يصل عند تردد + ١,٢٥ ميجاذ/ث إلى قيمته العظمى . ويلاحظ أن مجموع اتساعى المنحنى على بعد قيمة تردد واحدة على جانبى الموجة الحاملة يساوى القيمة العظمى للمنحنى . فمثلا على بعد - ٠,٧٥ ميجاذ/ث يكون الاتساع ٠,٢ ، وعلى بعد + ٠,٧٥ يكون الاتساع ٠,٨ ، فيكون المجموع ٠,٢ + ٠,٨ = ١ .

من ذلك نرى أن الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية يتحول فى جهاز الاستقبال إلى ما يعادل حزمة جانبية منفردة تكبّر جميع تردداتها بنفس الدرجة . وهذا يعطينا صورة صادقة لشكل التعديل الأصلى ، كما فى حالة الحزمة الجانبية المزدوجة . ولكن قدرة الحزمة الجانبية المزدوجة تساوى ضعف قدرة الحزمة الجانبية المنفردة . فإذا كان عيب الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية أن قدرته أقل ، فإن مزاياه تغفر له ذلك .

٣ / ٢٠ الإشارة الصوتية :

ترسل الإشارة الصوتية مع الإشارة المرئية حتّى نحصل على الصوت والصورة فى جهاز التليفزيون . ويرسل الصوت على موجة حاملة غير الموجة الحاملة للصورة . وتوضع الموجة الحاملة للصوت فى نفس مدى تردد القناة التليفزيونية للموجة الحاملة للصورة حتّى يمكن استقبالها معاً . وتردد الموجة الحاملة للصوت يكون أعلى من تردد الموجة الحاملة للصورة بمقدار يسمح بفصل جوانب الحزمة (القناة) الصوتية الضيقة عن جوانب حزمة (قناة) الصورة بمقدار حوالى ١ ميجاذ / ث حتّى لا يحدث تداخل بينهما .

شكل(١٧/٣) يبين منحنى إرسال الصــورة والصوت . والفرق بين الموجــة الحاملة للصوت والموجة الحامة للصورة هو ٥,٥ ميجاذ / ث. والحزمة الجانبية للصــورة تمتد إلى ٥ ميجاذ / ث ، بينما عرض حزمة الصــوت ٢٠٠ ك ذ / ث .



شكل (٣ / ١٧) منحنى إرسال الصوت والصورة

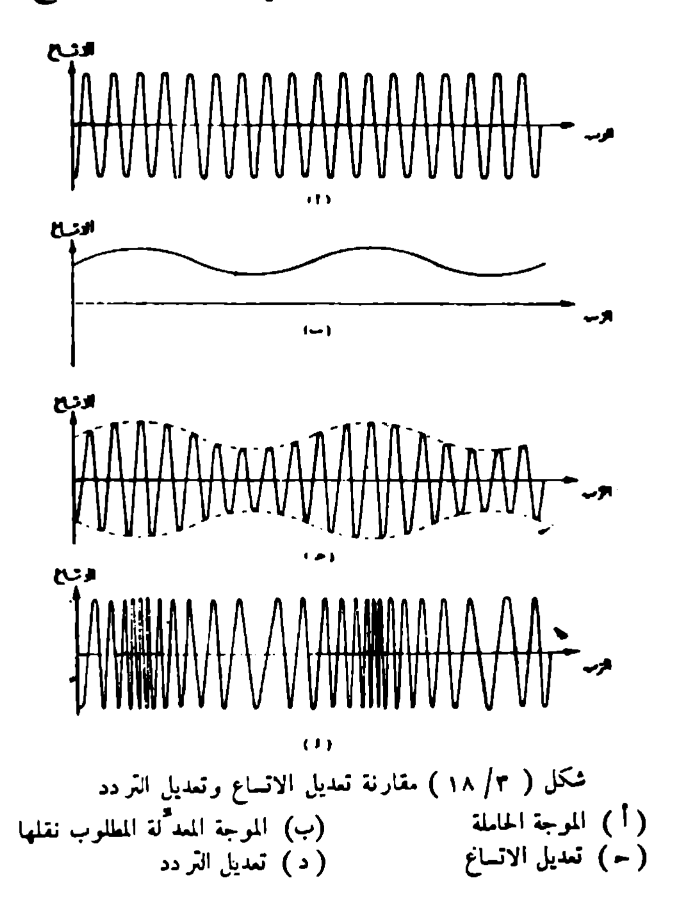
والعرض الكلى للقناة التليفزيونية هو ٧ ميجاذ / ث فى النظام الأوروبى .

يلاحظ أن جوانب كل من قناة الصوت وقناة الصورة قائمة ، لضرورة استخدام أكبر عرض للحزمة ، ولضمان فصل القناتين عن بعضهما ، ولكن ذلك يسبب تشويه وجه .

فى النظام الأوربى تعدّل الموجة الحاملةللصوت بطريقة تعديل التّردد . وطريقة تعديل التّردد لا تتم بالتغيير فى الاتساع حسب إشارة التعديل ، بل يظل اتساعها ثابتاً ويتغير ترددها حسب إشارة التعديل . انظر شكل (١٨/٣)

فى النظام الإنجليزى والفرنسى ، يستخدم تعديل اتساع للصوت ، وهذا

يساعد على أن يكون تصميم قناة الصوت فى جهاز الاستقبال أسهل . ولكن ميزة تعديل التردد للصوت ، كما فى بقية الأنظمة التليفزيونية ، هو أنه يقلل فيه التداخل . كما أنه يساعد على استخدام مراحل تكبير التردد البينى لكل من الصوت والصورة معاً ، كما سنشرح فيما بعد فى الباب السابع :



شكل (٣ / ١٨) مقارنة تعديل الاتساع وتعديل التردد
(أ) الموجة الحاملة (ب) الموجة المعدلة المطلوب نقلها
(جـ) تعديل الاتساع (د) تعديل التردد

٣ / ٢١ قنوات التليفزيون TV Channels :

تستخدم الموجات اللاسلكية الطويلة والمتوسطة والقصيرة لإذاعات الراديو. أما الإرسال التليفزيونى فيستخدم الموجات ذات التردد العالى جداً (ى ع جـ VHF) والتردد بعد العالى (ى ب ع UHF) . ويقسم الطيف

الترددى للموجات ذات التردد العالى جداً والترددات بعد العالية للراديو والتليفزيون إلى حزم موجية كما فى الجدول التالى :

الحزمة (١) ٤١ — ٦٨ ميجاذ / ث ٧,٣ — ٤,٤ م

الحزمة (٢) ٨٧,٥ — ١٠٠ ميجاذ / ث ٣,٤ — ٣,٠ م

الحزمة (٣) ١٧٤ — ٢١٦ ميجاذ / ث ١,٧ — ١,٤ م

الحزمة (٤) ٤٧٠ — ٥٨٥ ميجاذ / ث ٦٤ — ٥١ سم

٦١٠ — ٩٦٠ ميجاذ / ث ٤٩ — ٣١ سم

وتخصص الحزمة (١) والحزمة (٣) لمحطات التليفزيون . وتقسم الحزم إلى قنوات عرض القناة ٧ ميجاذ / ث . وتتسع الحزمة (١) لأربعة قنوات ، بينما تتسع الحزمة (٣) لسبعة قنوات . وتوزيع القنوات كما فى الجدول التالى :

الحزمة	القناة	عرض القناة ميجاذ / ث	الموجة الحاملة للصورة ميجاذ / ث	الموجة الحاملة للصوت ميجاذ / ث
الحزمة (١)	١	٤٠ — ٤٧	٤١,٢٥	٤٦,٧٥
	٢	٤٧ — ٥٤	٤٨,٢٥	٥٣,٧٥
	٣	٥٤ — ٦١	٥٥,٢٥	٦٠,٧٥
	٤	٦١ — ٦٨	٦٢,٢٥	٦٧,٧٥
الحزمة (٣)	٥	١٧٤ — ١٨١	١٧٥,٢٥	١٨٠,٧٥
	٦	١٨١ — ١٨٨	١٨٢,٢٥	١٨٧,٧٥
	٧	١٨٨ — ١٩٥	١٨٩,٢٥	١٩٤,٧٥
	٨	١٩٥ — ٢٠٢	١٩٦,٢٥	٢٠١,٧٥
	٩	٢٠٢ — ٢٠٩	٢٠٣,٢٥	٢٠٨,٧٥
	١٠	٢٠٩ — ٢١٦	٢١٠,٢٥	٢١٥,٧٥
	١١	٢١٦ — ٢٢٣	٢١٧,٢٥	٢٢٢,٧٥

وجدير بالذكر أن القناة (١) لاتستخدم فى الوقت الحاضر لأغراض التليفزيون : كما أن الحزمة (١) والحزمة (٣) لم تعد تكفى أمام الرغبة الملحة فى التوسعات التليفزيونية . لذلك امتدت القنوات التليفزيونيـة إلى الموجات ذات الترددات بعد العاليـة فى الحزمة (٤) . واقتحم العاملون

فى التليفزيون مجالات جديدة فى الترددات فوق العاليـة ، بعد أن كانوا فى بادئ الأمر يلاقون صعوبات حتى فى مجال الترددات العالية . وقد ساعد على ذلك تقدم التكنولوجيا فى صناعة الصمامات والقطع الإلكترونية واستخدام مواد جديدة .

٣ / ٢٢ مقارنة القياسيات التليفزيونية TV Standards :

بعد أن تكلمنا فى هذا الفصل عن القياسيات التليفزيونية المختلفة ، يجدر بنا الآن أن نلخص أهم معالمها فى الجدول التالى ، وذلك لسهولة المقارنة :

	النظام الأوربى CCIR	النظام السوفيتى	النظام الأمريكى FCC	النظام الانجليزى	النظام الفرنسى
– عرض القناة ميجاذ / ث	٧	٨	٦	٥	١٤
– عدد الخطوط فى الصورة	٦٢٥	٦٢٥	٥٢٥	٤٠٥	٨١٩
– عدد الصور فى الثانية	٢٥	٢٥	٣٠	٢٥	٢٥
– عدد الخطوط فى الثانية	١٥٦٢٥	١٥٦٢٥	١٥٧٥٠	١٠١٢٥	٢٠٤٧٥
– بعد الموجة الحاملة للصوت عن الموجة الحاملة للصورة ميجاذ / ث	٥,٥	٦,٥	٤,٥	٣,٥	١١,١٥
– نسبة الصورة	٤ : ٣	٤ : ٣	٤ : ٣	٤ : ٣	٤ : ٣
– تعديل الموجة الحاملة للصورة	تعديل اتساع سالب	تعديل اتساع سالب	تعديل اتساع سالب	تعديل اتساع موجب	تعديل اتساع موجب
– تعديل الموجة الحاملة للصوت	تعديل تردد	تعديل تردد	تعديل تردد	تعديل اتساع	تعديل اتساع
– التزامن الرأسى للاشارة المركبة	٥ نبضات تعادل ٥ نبضات تزامن ٥ نبضات تعادل	٥ نبضات تعادل ٥ نبضات تزامن ٥ نبضات تعادل	٦ نبضات تعادل ٦ نبضات تزامن ٦ نبضات تعادل	٦–١٢ نبضات تزامن	١ نبضة تزامن
– الاطفاء الأفقى يأخذ من عرض الصورة نسبة	١٨ ٪	١٨ ٪	١٦ ٪	١٥ ٪	١٦ ٪
– الاطفاء الرأسى يأخذ من ارتفاع الصورة نسبة	٦,٥ ٪	٦,٥ ٪	٨ ٪	٦ ٪	١٠ ٪
– استقطاب الاشارة المرسلة (وضع الموائى)	أفقى	أفقى	أفقى	رأسى (بعض الحالات أفقى)	أفقى

ملخص (٣)

١ – تحتوى الإشارة المرئية المركّبة على جميع المعلومات اللازمة لإعادة الصورة . وتتركب من إشارة الكاميرا ونبضات الإطفاء ونبضات التزامن .

٢ – فى طريقة التعديل السالب ، يلاحظ أن أقل اتساع يمثل أكثر الأجزاء إضاءة فى الصورة ، بينما أجزاء الصورة الأكثر اظلاماً يكون لها اتساع أكبر . وهذا مستخدم فى نظام التليفزيون الأوربى والأمريكى والروسى .

٣ – تضاف إلى نبضات التزامن الرأسى نبضات تعادل ، بهدف زيادة دقة نبضات التزامن الرأسى للإطارات الفردية والزوجية .

٤ – تستخدم نماذج اختبار لضبط الصورة التليفزيونية ولمقارنة الأداء : وتبين نماذج الاختبار أشياء كثيرة مثل نسبة الصورة والاستقامة والتركيز وشدة الإضاءة والتباين وبيان التفاصيل الرأسى والأفقى واستجابة التردد .

٥ – لنماذج الاختبار أنواع مختلفة منها RETMA و NBC و «رأس الهندى»

٦ – تنقل الإشارة المرئية على موجة حاملة بطريقة تعديل الاتساع ، حيث يتغير اتساع الموجة الحاملة حسب التغير فى الإشارة المرئية .

٧ – يستخدم فى الإرسال التليفزيونى طريقة الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية :

٨ – فى النظام الأوربى تعدّل الموجة الحاملة للصوت بطريقة تعديل التردد . وطريقة تعديل التردد هى أن يظل اتساع الموجة ثابتاً ، بينما يتغير ترددها تبعاً لإشارة التعديل .

٩ – يشغل الإرسال التليفزيونى الموجات ذات الترددات العالية جداً وما بعد العالية .

١٠ – يوجد جدول به مقارنة لأهم معالم القياسيات التليفزيونية

أسئلة (٣)

١ – ما هى مكونات الإشارة المرئية المركبة ؟

٢ – ناقش الاستقطاب السالب والموجب للصورة .

٣ – اشرح لماذا تحتاج الإشارة المرئية إلى حزمة ترددات عريضة ؟

٤ – ما دور كل من الآتى : نبضات التزامن الرأسى والأفقى ، نبضات الإطفاء ، نبضات التعادل ؟

٥ – اذكر أسماء ثلاثة أنواع من نماذج الاختبار ، واشرح ما يمكن ضبطه فى جهاز تليفزيون بأحدها ؟

٦ – كيف تتبين الاستقامة الرأسية والاستقامة الأفقية بواسطة نموذج اختبار؟

٧ – كيف يبين نموذج الاختبار استجابة التردد لجهاز تليفزيون ؟

٨ – ماذا نعنى بالتشابك فى الصورة ، وكيف يبين نموذج الاختبار النقص فى التشابك ؟

٩ – فى جهاز تليفزيون ما ، ظهرت خطوط الأسفين الرأسى متداخلة عند نقطة ٣٠٠ خط ، فما مقدار تمرير حزمة الترددات لهذا الجهاز ؟

١٠ – لماذا يستخدم نظام التليفزيون الأوربى تعديل اتساع لإشارة الصورة ، وتعديل تردد لإشارة الصوت ؟

١١ – ماذا يعنى الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية ، وما مزاياه ومآخذه ؟

١٢ – ارسم إشارة مرئية تمثل خطين أفقيين بما فى ذلك نبضات الإطفاء والتزامن .

١٣ – كيف يتم تصحيح الإرسال الجزئى للحزمة الجانبية فى جهاز الاستقبال ؟

١٤ – ما هى الحزم الموجية التى يعمل عليها الإرسال التليفزيونى ، ولماذا استخدم التردد بعد العالى للارسال التليفزيونى ؟

١٥ – قارن بين نظام التليفزيون الأوربى ونظام التليفزيون الأمريكى .

الباب ٤

الهوائيات وخطوط التغذية

٤ / ١ الموجات الكهرومغناطيسية :

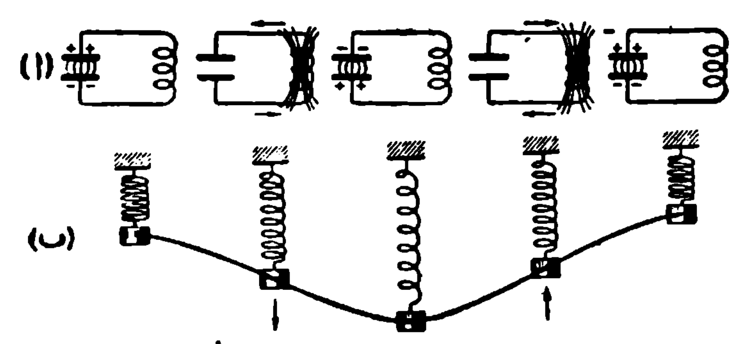
لقد تمكن العلامة كلارك ماكسويل أن يثبت بواسطة التحليل الرياضى أنه : إذا تغيرت القوى الكهربية عند نقطة بطريقة ما ، وكذلك القوى المغناطيسية ، يتولد اضطراب كهرومغناطيسى على شكل موجة ، يتحرك بعيداً عن نقطة المصدر بسرعة الضوء (٣٠٠٠٠٠ كيلو متراً فى الثانية) . ولكن التحليل الرياضى للموجات الكهرومغناطيسية يخرج عن نطاق هذا الكتاب . لذلك سنحاول معالجة هذا الموضوع هنا متفادين التحليل الرياضى .

نعرف أنه إذا وجد ملفان متجاوران ومر فى أحدهما تيار متغير ، تتولد حوله خطوط قوى مغناطيسية متغيرة ، تقطع لفات الملف الثانى فتولد به تياراً تأثيرياً . ونلاحظ هنا أن الربط بين الملفين لم يكن ربطاً سلكياً ، بل لاسلكياً ، فقد امتدت خطوط القوى المغناطيسية من ملف إلى الآخر فى الفراغ . وفى هذه الحالة يكون تصورنا للمجال المغناطيسى أنه مرتبط بالملف ، ولكن ممتد حوله ويظهر تأثيره قريباً منه .

بالإضافة إلى هـذا « المجال التأثيرى Inductive Field » المرتبط بالدائرة ، يوجد أيضاً « مجال اشعاعى Radiative Field » لا يرتبط

بالدائرة ، بل يتركها بمجرد توليده وينتشر بعيداً عنها فى جميع الاتجاهات بسرعة الضوء ، ويظهر تأثيره عند الترددات العالية الأكبر من ١٠٠٠٠ ذ / ث والمجال الاشعاعى هو الموجات اللاسلكية الكهرومغناطيسية التى تستخدم فى نقل الإذاعات الصوتية والمرئية ، والتى يهمنا أمرها الآن .

سنناقش الآن حالة دائرة رنين لنستعين بها فى شرح توليد الموجات اللاسلكية الكهرومغناطيسية . إذا وصلنا ملفاً على طرفى مكثف مشحون ، يبدأ مرور تيار متزايد بالتدريج فى الملف . فينشأ عن ذلك مجال مغناطيسى



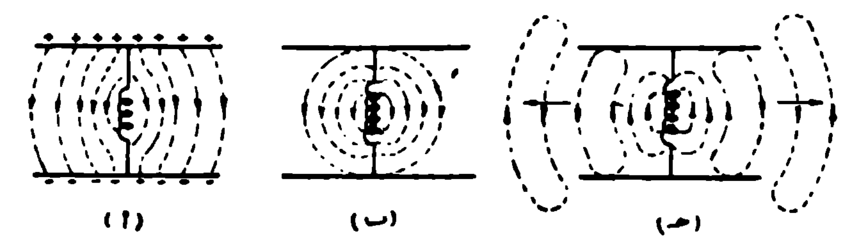
شكل (٤ / ١) مقارنة بين تذبذب كهربى لدائرة رنين (أ) ، وتذبذب ميكانيكى لثقل معلق بزنبرك (ب) . فى أثناء التذبذب تتحول طاقة الوضع لطاقة حركة وبالعكس .

حول الملف يمتص كل الطاقة الكهربية التى كانت مخزونة فى بادئ الأمر بالمكثف . ويصل التيار وشدة المجال المغناطيسى إلى القيمة القصوى عند استنفاذ كل الطاقة الكهربية المخزونة فى المكثف . وفى تلك اللحظة تكون كل الطاقة الكهربية قد تحولت إلى طاقة المجال المغناطيسى للتيار المار فى الملف . ويمكن مقارنة هذه الطاقة بطاقة حركة جسم معلق فى زنبرك، كما فى شكل (٤ / ١) .

يستمر التيار فى المرور فى نفس الاتجاه نتيجة للمجال المغناطيسى الموجود بالملف ، فينتج عن ذلك أن يشحن المكثف باستقطاب معاكس (الموجب سالب وبالعكس) . ويتناقص التيار وكذلك المجال المغناطيسى إلى أن يصل إلى الصفر عندما يشحن المكثف إلى قيمته القصوى السابقة . وبهذا تكون طاقة

المجال المغناطيسى فى الملف قد تحولت إلى طاقة مجال كهربى فى المكثف . وتعاد نفس العملية فى اتجاه عكسى لاتمام دورة كاملة ، كما هو واضح من الشكل (٤ / ١) . والوقت اللازم لكل دورة أو ذبذبة يعتمد على قيمة كل من السعة والمحاثة بالدائرة . وتستمر الدائرة فى تذبذبها هذا بتردد الرنين لها .

يلاحظ أن تذبذب دائرة الرنين– السابق شرحه – يضمحل بمرور الزمن لوجود فقد فى الطاقة الكهرومغناطيسية بالدائرة. إذ أن جزءاً من الطاقة يضيع فى مقاومة الأسلاك ، فيرفع من درجة حرارتها . وجزء آخر من الطاقة يضيع فى رفع درجة حرارة المادة العازلة بالمكثف . ولا يقتصر الفقد فى الطاقة على هذا فقط ، بل إن جزءاً من المجال الكهربى فى المكثف يتركه وينتشر بعيداً



شكل (٤ / ٢) : الأشكال من أ إلى حـ تبين مراحل تقلص مجال كهربى ، وكيف أن جزءاً منه يترك المكثف وينتشر بعيداً عنه مكوناً مجالا إشعاعياً .

عنه ، كما فى شكل (٤ / ٢) . ويحدث نفس الشىء بالنسبة للمجال المغناطيسى للملفات . ومن هذا نرى أن جزءاً من الطاقة الكهرومغناطيسية يتحول إلى مجال إشعاعى . وتأثير الفقد فى الطاقة نتيجة الإشعاع يمكن أن ينسب إلى مقاومة تخيلية تعرف باسم «مقاومة الإشعاع Radiation resistance »

ينطبق اصطلاح « المجال الاشعاعى » فى الشكل (٤ / ٢) على حلقات خطوط القوى المقفلة التى تنتشر بعيداً عن الدائرة المتذبذبة . والمجال الاشعاعى يتركب من مجالين كهربى ومغناطيسى ، بحيث أنه إذا زاد أحد المجالين زاد المجال الآخر ، وبالعكس إذ نقص أحدهما حتى أصبحت قيمته

صفراً تنقص قيمة المجال الآخر إلى صفر كذلك . أى أن المركّبة الكهربية والمركّبة المغناطيسية للمجال الاشعاعى تتحد فى الوجه زمنياً . هذا رغم أن المركّبة الكهربية متعامدة على المركبة المغناطيسية فراغياً . ويتحرك المجال الإشعاعى بسرعة الضوء فى اتجاه عمودى على المركبتين الكهربية والمغناطيسية . من هذا يتضح أن المركّبة الكهربية والمركّبة المغناطيسية للمجال الاشعاعى عبارة عن مظهرين لموجة كهرومغناطيسية واحدة .

وقد أثبتت البحوث أن طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية هى نفس طبيعة الضوء المرئى . والفرق بين الموجات اللاسلكية وموجات الضوء هو فرق فى التردد فقط . وتزيد شدة المجال الإشعاعى أو تقل حسب زيادة أو نقص التيار بالدائرة الصادر عنها الإشعاع . أى أن تردد المجال الإشعاعى هو نفس تردد الدائر المولدة له . ويمثل شكل (٤ / ٣) موجة كاملة للمجال الإشعاعى . ويلاحظ فى هذا الشكل أن نسبة أطوال الخطوط تمثل نسبة شدة المجال ، وأن الموجات تنتشر من النقطة أ فى جميع الاتجاهات .

شكل (٤ / ٣) شكل موجة كاملة لمجال اشعاعى حيث : أ هى النقطة التى تنتشر الموجة بعيدة عنها ، ب تمثل خطوط القوى الكهربية ، حـ تمثل خطوط القوى المغناطيسية

٤ / ٢ الطول الموجى :

يمكن استخدام « الطول الموجى Wavelength » بدلا من التردد أثناء وصف الموجة . والطول الموجى هو المسافة التى تشغلها دورة كاملة للموجة ، ويرمز لها بالحرف اللاتينى لمدا (λ) . انظر شكل (٤ / ٤) . والطول الموجى يساوى سرعة انتشار الموجة مقسوماً على ترددها .

λ = س / ى حيث

λ = الطول الموجي بالمتر
س = سرعة الموجة بالمتر فى الثانية
ى = تردد الموجة ذ/ث

ولما كانت سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية تساوى ٣٠٠٠٠٠ كيلو متراً فى الثانية ، نجد أن الطول الموجي لموجة ترددها ٣٠ ميجاذ/ث مثلا هو λ = ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ / ٣٠٠٠٠٠٠٠ = ١٠ متراً . وفى الجدول التالى نجد فى العامود الأول المـدى الموجي باسمه المستعمل فى هندسة الراديو ، وفى العامود الثانى الرمز الشائع ، وفى العامود الثالث ما يقابله من طول موجي ، وفى العامود الرابع ما يقابله من تردد .

شكل (٤/٤) الطول الموجي لموجة كهرومغناطيسية

المـدى الموجي	الرمز	الطول الموجي	التـردد
موجة طويلة Long wave	م ط LW	فوق ٦٠٠ متر	تحت ٥٠٠ ك ذ/ث
موجة متوسطة Medium wave	م س MW	٦٠٠–١٠٠ متر	٥٠٠ –٣٠٠٠ ك ذ/ث
موجة قصيرة Short wave	م ق SW	١٠٠–١٠ متر	٣ –٣٠ ميجاذ/ث
تردد عالى جداً Very high f.	و ع ج VHF	١٠ –١ متر	٣٠ –٣٠٠ »
تردد ما بعد العالى Ultra high f.	و ب ع UHF	١ –٠,١ متر	٣٠٠ –٣٠٠٠ »
تردد فوق العالى Super high f.	و ف ع SHF	١٠ – ١ سم	٣٠٠٠–٣٠٠٠٠ »
تردد بالغ العلو Extremely high f.	و غ ع EHF	تحت ١ سم	فوق ٣٠٠٠٠ »

وفى عام ١٩٤٧ بمدينة « أطلانتيك » قام الاتحاد الدولى للمواصلات « International Communication Union » بتحديد أربعة حزم للترددات فى مدى الترددات العالية جداً وما بعد العالية لأغراض التليفزيون والإذاعة . ولكن توجد بعض الاختلافات فى حدود هذه الحزم بين ثلاثة مجاميع جغرافية كما هو مبين بالجدول التالى :

الحزمة	المجموعة الأولى: أوربا آسيا الأوربية – أفريقيا	المجموعة الثانية: أمريكا	المجموعة الثالثة: آسيا – أستراليا
الحزمة ١ (د ع ج)	٤١ – ٦٨ ميجاذ/ث	٥٤ – ٧٢ ميجاذ/ث	٤٤ – ٥٠ ميجاذ/ث
		٧٦ – ٨٨ »	٥٤ – ٦٨ »
الحزمة ٢ (د ع ج)	٨٧,٥ – ١٠٠ »	٨٨ – ١٠٨ »	٨٧ – ١٠٨ »
الحزمة ٣ (د ع ج)	١٧٤ – ٢٢٣ »	١٧٤ – ٢١٦ »	١٧٠ – ٢٠٠ »
الحزمة ٤ (د ب ع)	٤٧٠ – ٥٨٥ »	٤٧٠ – ٨٩٠ »	٤٧٠ – ٥٨٥ »
	٦١٠ – ٨٩٠ »		٦١٠ – ٩٦٠ »

والحزم ١ و ٣ و ٤ محجوزة لأغراض التليفزيون. أما الحزمة ٢ فتستخدم للاذاعة نوع تعديل التردد . وتستخدم الآن الحزمة ٤ للتليفزيون بعد أن انشغلت كلية الحزمة ١ و ٣ بالقنوات التليفزيونية .

٤ / ٣ الهوائى Antenna :

غير مرغوب فى أغلب الأجهزة الإلكترونية أن يتعدى إشعاع الموجات الكهرومغناطيسية نطاق التركيبات الموجودة . وفى تلك الحالات نختار تصميم المكثفات والملفات بعناية بغرض تركيز كل طاقة المجال الكهرومغناطيسى داخل حدودها . ويقل مقدار الطاقة المشعة كلما كانت أبعاد المكثفات والملفات والأسلاك أصغر من الطول الموجى للموجة الكهرومغناطيسية .

ومن جهة أخرى نجد من المرغوب فيه فى حالة محطات الإرسال اللاسلكية أن تشع أكبر قدر من الطاقة ، حتى يصل مجال قوى إلى أجهزة الاستقبال . لذلك نبعد ألواح المكثف عن بعضها لكى يصبح أغلب المجال خارج المكثف . ومفهوم دائرة الرنين المفتوحة أدى إلى اكتشاف « الهوائى »

أى طول من السلك له مقاومة ومحاثة وسعة . وكلما زاد طول السلك تزيد محاثته . وسعة السلك هى السعة الموجودة بين مختلف مقاطعه . وعلى ذلك يمكن اعتبار سلك الهوائى دائرة رنين لها تردد رنين معين يعتمد على طول السلك .

وهوائى الاستقبال ـ ببساطة ـ عبارة عن سلك تقطعه الموجات الكهرومغناطيسية فتولد به قوة دافعة كهربية . وينقل الضغط المتولد فى سلك الهوائى إلى جهاز الاستقبال بواسطة خط تغذية . ويعتمد الضغط المتولد فى سلك الهوائى أساساً على ثلاث عوامل هى :

١ ـ شدة المجال المستقبَل .

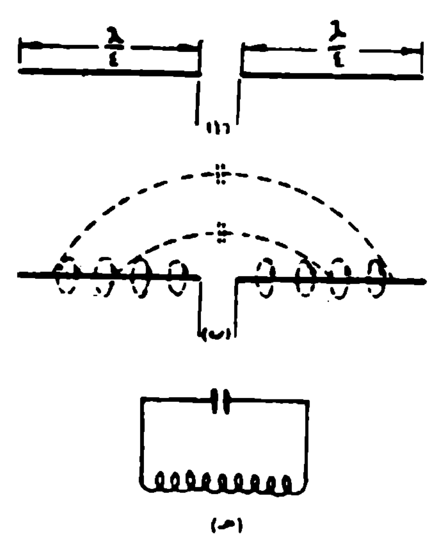
٢ ـ طريقة وضع سلك الهوائى : يربط المجال الكهرومغناطيسى هوائى الاستقبال بهوائى الإرسال . ولما كان المطلوب هو الحصول على أكبر ضغط تأثيرى فى هوائى الاستقبال ، فيجب أن يكون وضعه هو نفس وضع هوائى الإرسال . وقد اتفق على أن يكون وضع هوائى التليفزيون هو الوضع الأفقى . ويطلق على هذا الوضع للهوائى اسم استقطاب أفقى .

٣ ـ طول سلك الهوائى : يتوقف تردد رنين الهوائى على محاثته وسعته ، كما هو الحال فى أى دائرة رنين . ولما كان زيادة طول الهوائى يزيد من محاثته ، فان ذلك يقلل من تردد رنينه . وبنفس المنطق ، كلما قل طول الهوائى زاد تردد رنينه . فاذا عرفنا الطول الموجى للموجة المستقبلة ، يمكن ببساطة حساب طول سلك الهوائى . ونختار طول الهوائى بحيث يكون تردد رنينه هو تردد رنين الموجة المستقبلة ، لأن دائرة الرنين أكثر حساسية للاشارات التى لها نفس تردد رنينها عن أى تردد آخر . وهذا يعطيها خاصية اختيارية ، أى أنها تختار الإشارات التى عند تردد رنينها .

يتركب أبسط هوائيات التليفزيون من ماسورتين معدنيتين على خط واحد متساويتى الطول، طول كل منها $\frac{\lambda}{4}$ ، وتفصل بينهما مسافة قصيرة . ويوصل بهما من الطرفين الداخليين خط تغذية . ويعتمد تنغيم هذا الهوائى على طوله . ومثل هذا الهوائى يسمى « هوائى ثنائى الأقطاب Dipole Antenna » $\frac{\lambda}{2}$. انظر شكل (٤ / ٥) .

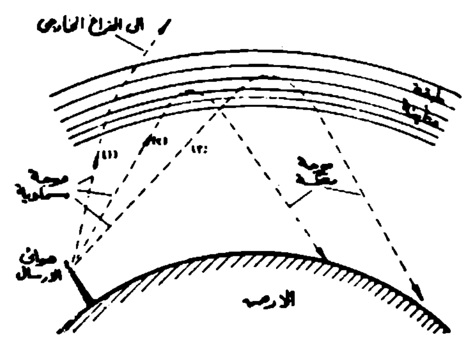
٤ / ٤ انتشار الموجات :

تنتشر الموجات اللاسلكية بشكل عام، إما فى اتجاه سطح الأرض، وتسمى «موجة أرضية Ground Wave» أو إلى أعلا بزاوية مع الأرض وتسمى «موجة سماوية Sky Wave» ويعتمد إرسال موجات الراديو الطويلة والمتوسطة على الموجة الأرضيـــة . إذ أنه عند تلك الترددات يكون اضمحـــلال الموجة الأرضية صغيراً ، وتنتقل الإشارات إلى مسافات طويلة قبل أن تختفى .



شكل (٤ / ٥) : (أ) هوائى ثنائى الأقطاب .
(ب) بيان التأثير المجالى والسموى لأسلاك الهوائى.
(حـ) دائرة ل س المناظرة للهوائى .

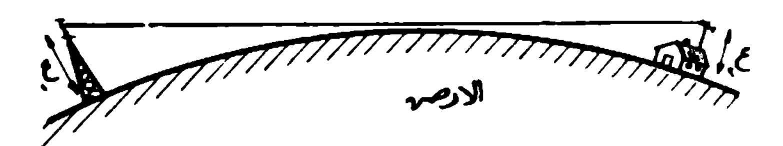
يعتمد إرسال موجات الراديو القصيرة على الموجة السماوية . وتصل تلك الموجات إلى مسافات بعيدة بفضل انعكاسها بواسطة طبقات الجو العليا المتأينة ، انظر شكل (٤/٦). عند ترددات أعلى من ٤٠ ميجاذ ث تقل مقدرة الطبقات المتأينة على جعـــل الموجات القصيرة تنعكس إلى الأرض، ويهرب جزء كبير منها إلى الفضاء الخارجى . وعندئذ تقـــل فائدة الموجة السماوية فى نقل الإشارات اللاسلكية .



شكل (٤/٦) : الموجة (٢) و (٣) أمكن انعكاسها ثانية إلى الأرض بواسطة الطبقة المتأينة . أما الموجة (١) فقد تمكنت من الهرب إلى الفراغ الخارجى .

عند ترددات أعلى من ٤٠ ميجا ذ/ث يمكن نقل الإشارات اللاسلكية بواسطة طريقة « خط الرؤيا Line-of-sight » . وفى هذه الطريقة تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية من الهوائى أساساً فى خطوط مستقيمة . ويوضع هوائى الإرسال فى أعلى مكان ممكن . ويتم الاستقبال من الهوائى عند أى نقطة حتى الأفق .

يمكن استقبال إشارات عند نقط بعد الأفق لأن الجو يتسبب فى بعض الانحناء للموجات ، ولكن نتائج ذلك غير مضمونة دائماً . يحدث أحياناً أن تستقبل إشارات ترددها حتى ٦٠ ميجا ذ/ث عند مسافات بعيدة نتيجة لظروف جوية غير عادية من التركيز الآيونى . وهذا طبعاً لا يمكن الاعتماد عليه ، ولكنه يفسر لنا حدوث استقبال برنامج تليفزيونى مثلا من مسافة بعيدة فى حالات نادرة .



شكل (٧/٤) : تزيد مسافة مدى البصر بين هوائى الاستقبال وهوائى الارسال بزيادة ارتفاع كل أو أى من الهوائيين .

العلاقة التى تربط بين ارتفاع هوائى الإرسال وارتفاع هوائى الأستقبال وأقصى مسافة بينهما يمكن أن يتم فيها الاستقبال ، كما فى شكل (٧/٤) ، هى :

$$س = ١.٢٣ \left(\sqrt{ع_١} + \sqrt{ع_٢} \right)$$

حيث:
- س = المسافة بين هوائى الإرسال وهوائى الأستقبال مقاسة بالميل
- $ع_١$ = ارتفاع هوائى الإرسال بالقدم
- $ع_٢$ = ارتفاع هوائى الاستقبال بالقدم

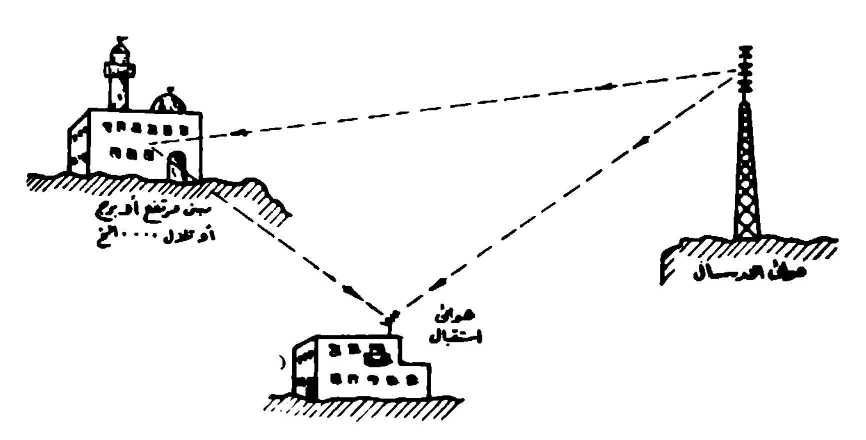
ويجب ألا يعترض مسار الموجات بين هوائى الإرسال وهوائى الاستقبال عائق مثل المبانى والتلال . . . الخ . إذ عند مرور الموجات اللاسلكية بجوار أو خلال أى سطح موصل ، تتولد بهذا الموصل ضغوط وتيارات تأثيرية

كما فى حالة الهوائى . وبذلك تمتص طاقة من الموجة عند كل موصل ، مما ينتج عنه أن تضعف الإشارة ، أو حتى تتلاشى كلية .

يمكن للموجة أن تمر حول العائق الذى يعترض مسارها ، إذا كان هذا العائق أصغر نسبياً من الطول الموجى للموجة . ويحدث هذا عند الترددات المنخفضة ، حيث طول الموجة كبير . أما فى حالة الترددات العالية فيكون طول الموجة صغيراً ، كما فى حالة موجات التليفزيون . وفى هذه الحالة يكون طول الموجة أصغر من العائق مما يعرضها للاضمحلال . لذلك عند تركيب الهوائى يجب مراعاة ألا يعترض أى عائق خط الرؤيا بين هوائى الإرسال وهوائى الاستقبال .

٤ / ٥ صور الشبح Ghost Images :

فى كثير من الأماكن قد تصل الإشارات من هوائى الإرسال إلى هوائى الاستقبال فى أكثر من مسار . فمثلا فى شكل (٤/٨) تصل إلى هوائى الاستقبال إشارة بواسطة مسار مباشر ، بينما المسار الآخر لا يصل إلا بعد أن ينعكس . ويتحرك الشعاع المنعكس مسافة أكبر ، فيصل إلى هوائى



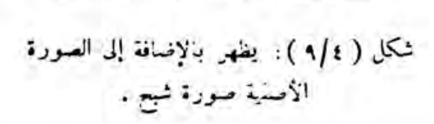
شكل (٤/٨) : يبين الشكل كيف يصل إلى هوائى الاستقبال موجة واحدة فى مسارين مختلفين ، أحدهما مباشر والآخر نتيجة انعكاس ، مما ينشأ عنه ظهور أشباح فى الصورة .

الاستقبال بعد وقت قصير من وصول الشعاع المباشر له . ويلاحظ أن كل من الشعاعين يحمل نفس معلومات الإشارة .

عندما تصل الإشارة المنعكسة إلى جهاز التليفزيون تكون النقطة المضيئة على الشاشة التى تمثل الإشارة المباشرة قد تحركت إلى مسافة قصيرة . ومن ثم تظهر على الشاشة الصورة التى يحملها الشعاع المنعكس مزاحه قليلا عن الصورة الأولى المشابهة التى كان يحملها الشعاع المباشر . وتسمى الصورة الثانية الناتجة عن الشعاع المنعكس « صورة الشبح » ، انظر شكل (٤ / ٩) .

ويهمنا هنا ثلاثة أنواع من صوَر الشبح هى :

١ – الشبح الثابت : وهو عبارة عن صورة ثانية أضعف من الصورة الأولى وتظهر على يمينها عادة .



شكل (٤/٩) : يظهر بالإضافة إلى الصورة الأصلية صورة شبح .

٢ – الشبح الملطخ Smear ghost : حيث نرى على الشاشة عدة صوَر شبح تتبع الصورة المطلوبة وقريبة منها بدرجة تلطخ التفاصيل الدقيقة وتطمسها .

٣ – الشبح السالب : وفى تلك الحالة يظهر الشبح على يمين الصورة الرئيسية ، ولكن باستقطاب سالب . أى إذا كانت الصورة الرئيسية بيضاء يكون الشبح أسود ، والعكس صحيح .

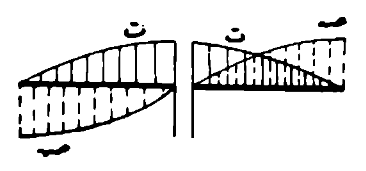
ونعالج ظهور صوَر الشبح بتغيير وضع هوائى الاستقبال إلى أن يصل إليه شعاع واحد . وإذا لم ننجح فى ذلك بهذه الطريقة ، نلجأ إلى زيادة توجيه الهوائى ، فلا نسمح باستقبال إشارات بقوة إلا فى اتجاه واحد فقط . أما

الإشارات التى تصل فى اتجاهات أخرى فتلاقى اضمحلالا ويقل تأثيرها على الصورة النهائية . كما يمكن التخلص من صور الأشباح فى بعض الحــالات بإضعاف الإشارة الكلية وخاصة إذا كان الاستقبال قوياً .

٤ / ٦ الهوائى ثنائى الأقطاب $\frac{\lambda}{2}$:

الهوائى ثنائى الأقطاب $\frac{\lambda}{2}$ المبين فى الشكل (٤/٥) هو الأساس لكل هوائيات التليفزيون عملياً . وذلك لكفائته ولبساطة إنشائه للعمل عند الترددات التليفزيونة العالية جداً وما بعد العالية. ويلاحظ أن طوله ليس $\frac{\lambda}{2}$ بالضبط ، بل مضروباً فى معامل قيمته ٠,٩٥ ، لأن سرعة الموجة الكهرومغناطيسية أقل فى السلك منها فى الفضاء . ويبين شكل (٤ / ١٠) توزيع كل من التيـــار والضغط على الهوائى .

لما كان الهوائى ثنائى الأقطاب يمكن اعتباره كدائرة رنين ، فانه يستجيب لتردد واحد أو لحزمة ترددات ضيقة . أما بالنسبة لحزمة ترددات عريضة ، فتكون استجابته غير منتظمة ، مما ينتج عنه أنه يستقبل بعض الترددات أحسن

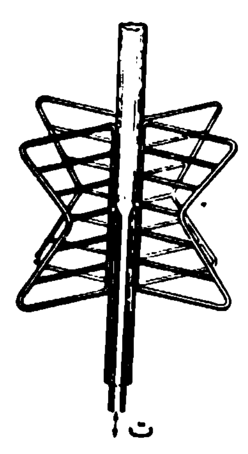


شكل (٤ / ١٠) : يبين الرسم توزيع كل من التيار والضغط على الهوائى ثنائى الأقطاب .

من الأخرى داخل الحزمة . وأحسن تردد للاشارة يمكن استقباله هو تردد الرنين المنغم عليه الهوائى . وعموماً تقل مقدرة الهوائى على الاستجابة للاشارة كلما بعد ترددها عن تردد رنين الهوائى .

عادة يستخدم الهوائى لحزمة ترددات بأكملها . وفى تلك الحالة يكون طول الهوائى منغماً على تردد متوسط داخل الحزمة . فمثلا إذا كان الهوائى مخصصاً للحزمة التليفزيونية الثالثة التى تشغل ترددات من ١٧٤ إلى ٢٢٣ ميجا ذ/ث ، وإذا أخذنا التردد المتوسط حوالى ٢٠٠ ميجاذ / ث ، يكون طول الهوائى $\frac{\lambda}{2}$ هو ٧٥ سم :

يمكن توسيع حزمة ترددات الهوائى إذا زادت مساحة مقطع أقطابه بطريقة أو بأخرى . لأن زيادة مقطع الهوائى يقلل من إعاقته ع ، فتقل قيمة Q له ($Q = \frac{ع}{م}$) ، وبذلك تتسع حزمة تردداته . ويزيد مقطع الهوائى باستخدام ماسورة قطرها كبير نسبياً بدلا من مجرد استخدام سلك رفيع . نحصل على نتيجة أحسن إذا استعضنا عن الماسورة المشعة باستخدام سطح مشع ، أو حتى هيكل سطح ، كما فى شكل (٤ / ١١) . ويستخدم حالياً مثل هذا الهوائى فى محطات إرسال التليفزيون لاتساع حزمة تردداته . ويلاحظ من الشكل أن هذا الهوائى ليس مفرد ، بل يتركب من زوج متشابه من الهوائيات ثنائية الأقطاب متعامد على بعضه ، لكى نحصل على « نموذج إشعاع Radiation Pattern » جيد ، كما سنشرح فيما بعد .



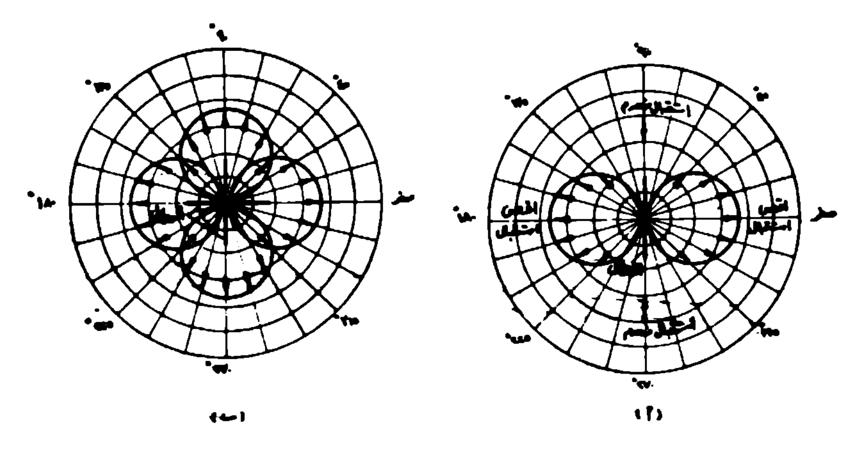
شكل (٤/١١) : أقطاب الهوائى عبارة عن هيكل سطح بدلا من ماسورة مفردة ، وهذا يوسع حزمة الترددات . هذا ويتركب من زوج متشابه من الهوائيات ثنائية الأقطاب متعامد على بعضه بغرض الحصول على نموذج إشعاع جيد. ويسمى هذا النوع هوائى Turnstile

٤ / ٧ نموذج الإشعاع والاستجابة :

عرفنا أنه قد اتفق على أن يكون وضع هوائى التليفزيون هو الوضع الأفقى ، ويسمى ذلك استقطاب أفقى . وإذا أخذنا مستوى أفقى يقع فيه هوائى ثنائى الأقطاب ، نجد أن شدة الإشارة المشعة من هوائى الإرسال تتغير حسب الاتجاه . ونفس الشيء يحدث لهوائى الاستقبال إذ يتغير مقدار استجابته للإشارة الواحدة المستقبلة حسب الاتجاه . ونموذج الإشعاع أو نموذج الاستجابة للهوائى ثنائى الأقطاب موضح بشكل (٤ / ١٢ أ) بفرض أن الهوائى موجود فى مركز النموذج .

الخط الواصل من أى نقطة على نموذج الاستجابة إلى المركز يبين

الاستجابة النسبية للهوائى فى هذا الاتجاه . فاذا قارنا الاستجابة عند هـــذه النقطة بالاستجابة عند أى نقطة أخرى ، يمكنا أن نحدد مقدار كفاءة استقبال الهوائى لإشارة قادمة من ذلك الاتجاه . إذ نجد مثلا أن أقصى استجابة للهوائى



شكل (٤ / ١٢) : (أ) نموذج استجابة لهوائى ثنائى الأقطاب
(ب) نموذج استجابة لزوج من الهوائى ثنائى الأقطاب عموديين على بعضهما .

ثنائى الأقطاب تحدث فى اتجاه عمودى عليه ، ثم تقل الاستجابة كلما بعدنا عن الاتجاه العمودى ، إلى أن تصل إلى نهايتها الصغرى فى اتجاه الهوائى نفسه . وهذا الهوائى « ثنائى الاتجاه Bi-directional » لأن الاستقبال يكون عند نهايته القصوى فى اتجاهين .

عادة يحتاج هوائى الإرسال إلى أن تكون شدة إشعاعه واحدة فى جميع الاتجاهات . وقد رأينا أن إشعاع الهوائى ثنائى الأقطاب غير متساوى فى جميع الاتجاهات . والمعالجة النظرية لذلك تكون بتركيب زوج من الهوائى ثنائى الأقطاب عمودين على بعضهما فى وضع أفقى ، كما فى شكل (٤/١٢ب) على أن يوجد فرق فى الوجه مقداره °٩٠ بين الإشارة المغذية لأحد الهوائيين والإشارة المغذية للآخر .

بعكس هوائى الإرسال الذى يشع بالتساوى فى جميع الاتجاهات ، يفضل أن يكون هوائى الاستقبال « موجه Directive » ، أى له نموذج

استجابة حاد ما أمكن فى اتجاه واحد . وتركيز تأثير الهوائى فى اتجاه واحد يعنى ، أولا أن طاقة المجال المستقبل تمتص أكثر ما يمكن فى هذا الاتجـــاه الواحد ، وثانياً تضعف مجالات التداخل الواصلة من الاتجاهات الأخرى . وسنتكلم الآن عن بعض الهوائيات الموجهة .

٤ / ٨ هوائى ثنائى الأقطاب له « عاكس Reflector » :

شكل (٤/١٣ أ) يبين رسم هوائى ثنائى الأقطاب له عاكس . والعاكس عبارة عن مجرد قضيب معدنى موضوع على مسافة معينة خلف الهوائى نفسه . ولا يتصل بالعاكس أى شىء ، بل مجرد يوضع خلف الهوائى ويترك هناك .

عمل العاكس هو التقاط جزء من الإشارة ثم إعادة اشعاعها . فيصل جزء من الإشارة المعاد إشعاعها إلى الهوائى . ويكون فرق الوجه بين الإشارة المباشرة والإشارة المعاد إشعاعها بحيث يؤيدا بعضهما فى الاتجاه الأمامى ويلغيا بعضهما فى الاتجاه الخلفى . وشكل (٤ / ١٤) يوضح طريقة عمل العاكس .

شكل (٤/١٣) : (أ) رسم هوائى ثنائى الأقطاب له عاكس (الأبعاد تقاس بالقدم، و التردد ميجاذ/ ث). (ب) رسم هوائى ثنائى الأقطاب له عاكس وموجه .

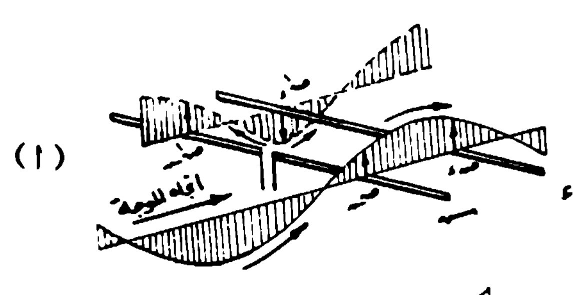
وجود العاكس يجعل الهوائى ثنـــائى الأقطاب موجه بدلا من ثنائى الاتجاه . وشكل (٤ / ١٥ ب) يبين نموذج الاستجابة لهوائى له عاكس . وظاهر تأثير العاكس فى أنه يركز المجال فى الاتجاه الأمامى ويقلله فى الاتجاه الخلفى ، مما يجعل نموذج الاستجابة موجه .

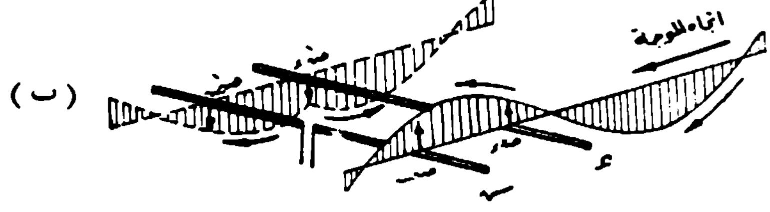
يعرف العاكس باسم « العضو الطفيلى » لأنه لا يولد أى إشارة نافعة .

أما الهوائى نفسه المتصل به خط التغذية فيعرف باسم « العضو المحرك » . وظاهر أن هذه الأسماء تطلق فى حالة الإرسال . ولكن هذه التسمية تستخدم كذلك فى حالة الاستقبال ، لأن نموذج الاشعاع هو نفسه نموذج الاستجابة للهوائى

يمكن الحصول على أشكال مختلفة لنموذج الاستجابة بتغيير طول العاكس وكذلك بتغيير المسافة بين الهوائى والعاكس . وعملياً يكون العاكس أطول قليلا من الهوائى وموضوع خلفه على بعد من $٠,١٥ \lambda$ إلى $٠,٢٥ \lambda$.

كلما كان الهوائى موجّه أكثر ، يقل عدد الاتجاهات الممكن الاستقبال





شكل (٤ / ١٤) : تأثير العاكس

$ض_{ش}$ = الضغط المتولد فى ثنائى الأقطاب بواسطة موجة من محطة الارسال

$ض_{ع}$ = الضغط المتولد فى العاكس بواسطة موجة من محطة الارسال

$ض^{١}_{ع}$ = موجة ضغط مشعة من العاكس

$ض^{١}_{ش}$ = ضغط متولد فى ثنائى الأقطاب بواسطة $ض^{١}_{ع}$

(أ) إذا وصلت الموجة من محطة الارسال إلى ثنائى الأقطاب أولا ثم إلى العاكس بعد ذلك ، يكون $ض_{ش}$ و $ض^{١}_{ش}$ متحدى الوجه دائماً ، ويعطى ثنائى الأقطاب زيادة فى الضغط

(ب) إذا وصلت الموجة من محطة الإرسال إلى العاكس أولا ثم إلى ثنائى الأقطاب بعد ذلك ، يختلف $ض_{ش}$ و $ض_{ش}$ فى الوجه دائماً ، ويعطى ثنائى الأقطاب نقصاً فى الضغط

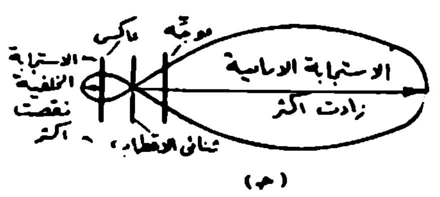
منها . ويختار عادة الهوائى الموَّجه لمقدرته على أن يستقبل جيداً إشارات خلال زاوية محدودة فقط ، ويضعف أى إشارات قادمة من جميع الاتجاهات الأخرى . وكلما كان الهوائى موَّجه، يزيد كسبه فى اتجاه أقصى استجابة له .

« كسب Gain » الهوائى هو الخاصية التى تحدد قدرة الخروج النسبية للهوائى بالمقارنة بهوائى ثنــائى الأقطاب منغم « قياسى Standard » . ولا يكون كسب الهوائى ثابتاً ، بل يتغير بتغير التردد . ويقاس الكسب عادة بمقدار « ديسبل Decible » حسب المعادلة التالية :

$$\text{الكسب (ديسبـــل)} = ١٠ \text{ لو}_{١٠} \frac{\text{قدرة الخروج}}{\text{قدرة الدخول}}$$

فمثلا هوائى كسبه ٣ ديسبل يكون كسب قدرته ٢ أو كسب الضغط ١,٤ .

فى حالة الترددات بعد العالية (و ب ع) يمكن أن يكون العاكس على هيئة « قطع ناقص Parabola » كما فى شكل (٤ / ١٦) .

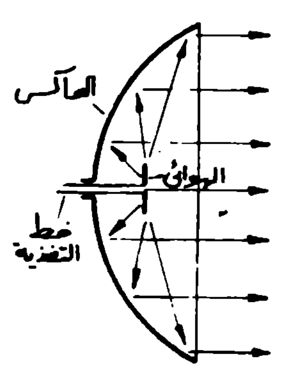


شكل (٤/ ١٥) : (أ) نموذج استجابة لهوائى ثنائى الأقطاب . (ب) نموذج استجابة لهوائى ثنائى الأقطاب له عاكس. (حـ) نموذج استجابة لهوائى ثنائى الأقطاب له عاكس وموجه .

٤/٩ هوائى له عاكس وموَّجه Director :

يمكن أن نحصل من الهوائى على كسب أكبر وتوجيه أكثر إذا ركبنا للهوائى موَّجه بالإضافة إلى العاكس . والموَّجه يشبه العاكس فى أنه مجرد قضيب معدنى غير متصل بشىء . ويختلف الموَّجه عن العاكس فى أن طوله

أقل قليلا من طول الهوائى ، وأنه موضوع أمامه . وعندما يكون الهوائى عمودياً على اتجاه الإشارة المستقبلة ، يكون الموَّجه أول عضو من المجموعة تصل إليه الإشارة . انظر الشكل (٤ / ١٣ ب) .



شكل (٤/١٦) : هوائى ثنائى الأقطاب له عاكس على هيئة « قطع ناقص » .

عمل الموَّجه هو التقاط جزء من الإشارة ، ثم إعادة اشعاعها . فيصل جزء من الإشارة المعاد إشعاعها إلى الهوائى . ويكون فرق الوجه بين الإشارة المباشرة والإشارة المعاد إشعاعها بحيث تؤيد كل منهما الأخرى فى الاتجاه الأمامى ، وتلغى كل منهما الأخرى فى الاتجاه الخلفى . والنتيجة النهائية لذلك هى جعل الاستجابة الأمامية للهوائى أكثر توجيهاً ، وإضعاف مقدرة الهوائى على التقاط الإشارات الواصلة له من الخلف . انظر الشكل (٤ / ١٥ حـ) .

وبشكل عام فالعاكس له تأثير كبير على تقليل استجابة الهوائى للاشارات الواصلة إليه من الخلف . أما الموجه فله تأثير كبير على زيادة توجيه الهوائى بالنسبة للإشارات الواصلة له من الأمام . وكل من العاكس والموجه ينبنى على مبدأ استغلال فروق الوجه ووقت الحركة بين الإشارة المباشرة والإشارة المعاد إشعاعها .

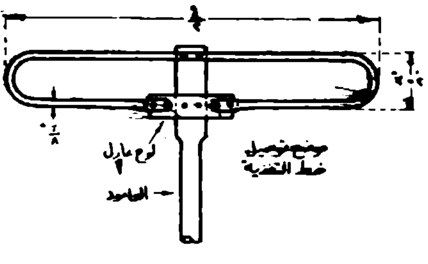
يسمى الهوائى ثنائى الأقطاب الذى له عاكس وموّجه باسم هوائى « ياجى Yagi » . ويمكن أن يكون لهوائى ياجى أكثر من موَّجه . وكلما زاد عدد الموَّجه للهوائى كلما زاد كسبه .

ولزيادة الكسب يمكن وضع هوائيين ياجى متشابهين أحدهما يعلو الآخر بمسافة قدرها $\frac{\lambda}{٢}$ وفى نفس الاتجاه . وهذا لا يساعد فقط على مضاعفة القدرة

المستقبلة ، بل أيضاً يضيق زاوية الاستقبال فى الاتجاه الرأسى . وهذا يقلل من استقبال الشوشرة ، وخاصة الشوشرة المحاورة القادمة من أسفل ، نتيجة لحدوث شرارات فى الأجهزة الكهربية المستخدمة فى المنازل وما شابه ذلك .

٤ / ١٠ هوائى ثنائى مطوى Folded Dipole :

شكل (٤ / ١٧) به رسم لهوائى ثنائى مطوى . ويتكون هذا الهوائى من عدد اثنين هوائى ثنائى الأقطاب موصلين على التوازى . والهوائى المطوى يفوق الهوائى الثنائى العادى فى مزاياه . فالهوائى المطوى يستجيب لحزمة ترددات أوسع من التى يستجيب لها الهوائى الثنائى العادى ، رغم أن نموذج الاستجابة واحد للاثنين تقريباً .



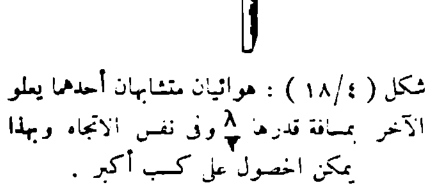
شكل (٤/١٧) : هوائى ثنائى مطوى .

والهوائى المطوى ليس فقط سهل فى الإنتاج ورخيص فى الثمن ، بل يمتاز كذلك بأنه سهل التركيب . إذ يمكن توصيل منتصف جزء الهوائى الأعلى بالأرض ، لأن « الموجة المستقرة Standing Wave » الموجودة على الهوائى تقطع خط الصفر عند منتصف الجزء العلوى مما يجعل جهده صفراً . لذلك يمكن تثبيت الهوائى المطوى عند منتصفه إلى صارى معدنى مباشرة دون الحاجة إلى أى عازل . وطريقة تركيب الهوائى هذه تجعله يقوم فى نفس الوقت بعمل « مانعة صواعق » بشرط أن يكون الصارى موصل جيداً إلى الأرض .

وكما فى حالة الهوائى ثنائى الأقطاب ، يمكن تركيب عاكس وموّجه أو أكثر للهوائى المطوى بغرض الحصول على توجيه أكثر . ولزيادة الكسب يمكن وضع هوائيين متشابهين أحدهما يعلو الآخر بمسافة قدرها $\frac{\lambda}{2}$ وفى نفس الاتجاه : انظر شكل (٤ / ١٨) . والإعاقة المميزة للهوائى المطوى حوالى ٣٠٠ أوم ، لذلك يمكن توصيله بخط تغذية له نفس الإعاقة .

٤ / ١١ الهوائى القمعى وهوائى الفيونكا والهوائى الداخلى :

شكل (٤ / ١٩) به رسم لهوائى قمعى . وهو مشتق من ثنائى الأقطاب البسيط ، ولكن أقطابه مائلة ، كما هو مبين فى الشكل ، ويوجد على كل من الجانبين ثلاثة قضبان غالباً (قضيبان فى بعض الأحيان) . وهذا يساعد على زيادة إعاقة الهوائى ويوسع مدى استجابته للترددات ، مما يجعله يستخدم لجميع القنوات التليفزيونية فى مدى الترددات العالية جداً . وتشكيل الأقطاب يحدد الاتجاهية ونموذج الاستجابة للهوائى . ويمكن استخدامه بدون عاكس ، ولكن يستخدم عادة عاكس لتوجيه الاستجابة مع زيادة فى الكسب .

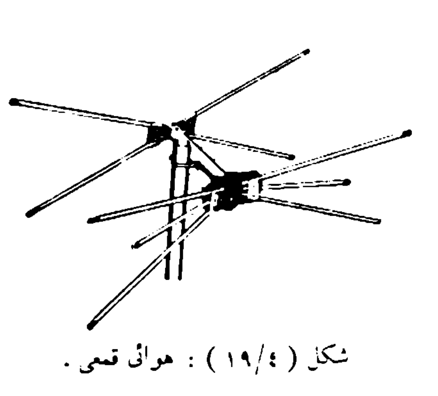


شكل (٤/١٨) : هوائيان متشابهان أحدهما يعلو الآخر بمسافة قدرها $\frac{\lambda}{2}$ وفى نفس الاتجاه وبهذا يمكن الحصول على كسب أكبر .

شكل (٤ / ٢٠) به رسم هوائى الفيونكا . وهو على شكل مثلثين متقابلين فى الرأس . ويستخدم كهوائى ذو حزمة ترددات واسعة يغطى القنوات التليفزيونية فى مدى الترددات ما بعد العالية . وله عاكس على هيئة شبكة سلكية مسطحة للتوجيه . ويمكن وضع هوائيين فوق بعضهما لزيادة الكسب . كما يمكن وضع عاكس بزاوية للحصول على كسب كبير وحزمة استجابة واسعة . انظر شكل (٤ / ٢٠) :

يمكن استخدام الهوائى الداخلى عندما تكون الإشارة المستقبلة قوية وتكون حساسية جهاز الاستقبال كافية . وللهوائى الداخلى أشكال مختلفة أبسطها وأكثرها شيوعاً كالمبين بشكل (٤ / ٢١) : وهو هوائى ثنائى الاتجاه

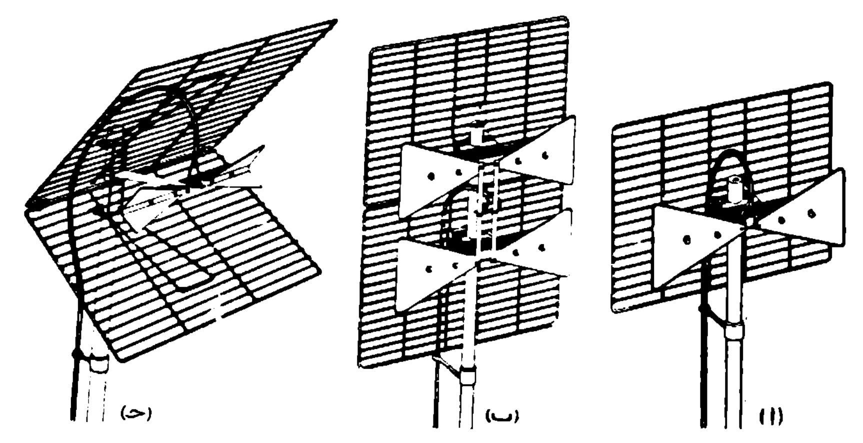
يحتاج إلى ضبط وضعه واتجاهه للحصول على أفضل استقبال . ويمكن توحيد اتجاهه كما لو كان له عاكس بوضعه على بعد حوالى ربع طول الموجة من جسم معدنى كماسورة أو حائط أو حتى مرآة . وهذا يساعد فى بعض الحالات على التقليل من تأثير الأشباح وبعض التداخلات . كما أن قطبي الهوائى تركب بطريقة تليسكوبية تسمح بتغيير أطوالها للحصول على أحسن صورة عند أى قناة .



شكل (١٩/٤) : هوائى قمعى .

١٢/٤ تركيب ومواد الهوائى :

وعموماً يختار موقع هوائيات الاستقبال الخارجية ليفى بالشروط الآتية : سهولة عمليات التركيب والصيانة . تمكين الهوائى من التقاط إشارة كافية الشدة .



شكل (٤ / ٢٠) : هوائى فيونكا

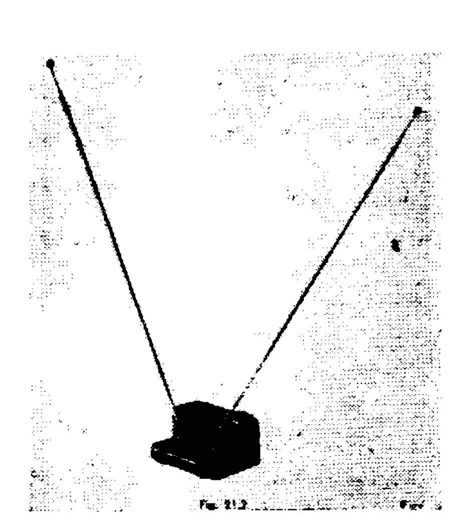
(ا) هوائى فيونكا له عاكس مستوى .

(ب) هوائيان فيونكا فوق بعضهما ولهما عاكس مستوى .

(ج) هوائى فيونكا له عاكس بزاوية .

مراعاة رخص تكاليف التركيب . لا يكون طول خط التغذية طويل بدرجة تضعف الإشارة إلى تحت المستوى المطلوب . يركب الهوائى بحيث يكون بعيداً عن مصدر التداخلات . ويوجه الهوائى للحصول على أحسن صورة ممكنة خالية من الأشباح والتداخلات .

وتصنع أعضاء هوائى الاستقبال من أسلاك أو قضبان أو مواسير معدنية . وتختار المواد بحيث تكون خفيفة وجيدة التوصيل ومتينة وقادرة على مقاومة الصدأ . ويجب أن يكون الهوائى أخف ما يمكن حتى يسهل تركيبه وتقل تكاليف تثبيته .



شكل (٤/٢١) : هوائى داخلى .

الألومنيوم وسبائكه هو أفضل معدن يستخدم لهذا الغرض ، لأنه جيد التوصيل ومتين . ورغم أنه يميل للصدأ عندما يكون جديداً ، ولكن تتكون على سطحه فى وقت قصير طبقة من أوكسيد الألومنيوم تحميه من استمرار الصدأ .

٤ / ١٣ خطوط التغذية :

يجب نقل القدرة المتولدة فى الهوائى إلى جهاز الاستقبال بأقل فقد ممكن . وهذا له أهمية خاصة فى تركيبات التليفزيون ، لأن الإشارة الضعيفة تولد صورة غير مرضية ، وتزامن غير كاف مما ينتج عنه عدم استقرار الصورة . وتنقل أقصى قدرة من خروج الهوائى إلى دخول جهاز الاستقبال بواسطة خط التغذية عندما تكون إعاقة كل من هذه الوحدات متساوية . فمثلا إذا كانت إعاقة الهوائى ٣٠٠ Ω ، فيجب أن يكون خط التغذية له نفس الإعاقة

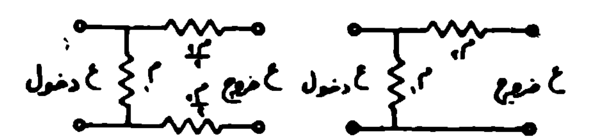
ليحدث التوافق بنهما ، وكذلك يجب أن تكون إعاقة خط التغذية هى نفس إعاقة دخول الجهاز . وبهذا تكون المجموعة متوافقة .

فى كثير من الأحيان لا يتحقق التوافق الكامل بين المجموعة . ويمكن السماح بوجود بعض عدم توافق دون تأثيرات ضارة . إذ يمكن السماح بعدم توافق يصل ٤ إلى ١ عندما تكون الإشارة المتولدة فى الهوائى قوية . أما فى حالة إشارة ضعيفة فلا يتعدى عدم التوافق ٢ إلى ١ . وإذا زاد عدم التوافق إلى أكثر من هذه الحدود ، يمكن أن يقود ذلك إلى ظهور أشبـــاح على الصورة ، هذا بالإضافة إلى زيادة الفقد فى القدرة .

ظهور الأشباح نتيجة عدم توافق المجموعة يتم كالآتى : عندما تصل القدرة من الهوائى إلى الجهاز ، لا تمتص كلها إذا كان خط التغذية غير متوافق مع دخول الجهاز . وتنعكس القدرة التى لا تمتص فى الجهاز إلى الهوائى خلال خط التغذية . ثم تنعكس عند الهوائى إلى الجهاز ثانية ، إذا لم تكن قد اضمحلت كلية أثناء ذلك . وعندما تصل الإشارة مرة ثانية إلى الجهاز يكون شعاع الكهارب قد تحرك قليلا على الشاشة إلى اليمين ، فيؤدى ذلك إلى ظهور الشبح . ولقرب الشبح من الصورة يظهر تأثيره كما لو كانت الصورة مطموسة . لذلك ، فمن المهم وجود توافق فى المجموعة ، وخاصة بين خط التغذية ودخول الجهاز .

فى الوقت الحاضر يصمم جهاز استقبال التليفزيون بحيث تكون إعاقة دخوله ٣٠٠ Ω . وتوجـــد عادة خطوط تغذية إعاقتها ٣٠٠ Ω يمكن استخدامها للتوصيل مباشرة . وعدم التوافق بين الهوائى وخط التغذية يسبب فقد فى القدرة . أما عدم التوافق بين خط التغذية ودخول الجهاز فيسبب انعكاساً يؤدى إلى ظهور أشباح على الصورة ، بالإضافة إلى فقد فى القدرة . وعندما نحتاج إلى توفيق معاوقتين يمكن أن يتم ذلك بأن نضع بينهما محول توفيق ، أو خط تغذية طوله $\frac{\lambda}{4}$ ومعاوقته تساوى الجذر التربيعى لمضروب

المعاوقتين ($ع = \sqrt{ع_{1} \times ع_{2}}$) ، أو « وحـــدة توهين Pad » كالمبينة بشكل (٤ / ٢٢) .



شكل (٤ / ٢٢) عملية توفيق بواسطة توصيل مقاومات

القيم العملية للمقاومات بالأوم :

ع دخول	ع خروج	م١	م٢	م٢ / ٢
٥٠	٣٠٠	٥٦	٢٧٠	١٥٠
٧٥	٣٠٠	٨٢	٢٤٠	١٢٠
٩٠	٣٠٠	١٠٠	٢٤٠	١٢٠
١٥٠	٣٠٠	٣٠٠	٢٢٠	١٠٠

٤ / ١٤ أنواع خطوط التغذية :

لاختيار خط التغذية لاستعمال معين نهتم بالآتى : معاوقته المميزة ، والفقد فى الخط ، أهمية أن يكون محجباً ، والظروف الجوية للاستعمال ، وسهولة مناولته . وتوجد أنواع كثيرة لخطوط التغذية ، يستخدم منها بكثرة فى التليفزيون نوعين رئيسيين هما :

١ — خط تغذية متوازن ذو سلكين متوازيين .

٢ — كابل محورى غير متوازن .

(ا) خط تغذية شريطى .

شكل (٤ / ٢٣ ا) به رسم لخط تغذية شريطى ذى سلكين متوازيين والسلكان موضوعان فى شريط من مادة البوليثيلين أو مادة بلاستيك أخرى

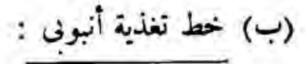
وذلك لتثبيت وضع السلكين بالنسبة لبعضهما ولتغطيتهما لحمايتهما من المؤثرات الخارجية. ويكون لمادة البلاستيك خواص كهربية وطبيعية ممتازة ، فهى مادة مرنة لا تتأثر بحرارة الشمس ولا البرد ولا الأحماض والقلويات .



شكل (٤ /٢٣) : (أ) خط تغذية شريطى (ب) خط تغذية أنبوبى (حـ) خط تغذية شريطى مفتوح (و) خط تغذية ذو سلكين متوازيين محجب (ه) كابل محورى .

وقولنا أن الخط متوازن يعنى أن كل من السلكين له نفس متوسط الجهد بالنسبة للأرض . ولما كان الخط غير محجّب ، فلا يوصى باستخدامه فى أماكن بها مستوى مرتفع للشوشرة المحيطة ، وذلك ما يؤخذ على خط التغذية هذا . والمعاوقة الشائعة لخطوط التغذية من هذا النوع هى ٣٠٠ Ω . واضمحلال هذا الخط هو ١,٢ ديسبل لكل مائة قدم عند تردد ١٠٠ ميجاذ / ث . ويستخدم هذا الخط فى مدى الترددات العالية جداً فى حالة إشارات متوسطة الشدة . ويتأثر اضمحلاله بالأحوال الجوية .

(ب) خط تغذية أنبوبى :



شكل (٤ /٢٣ ب) به رسم لخط تغذية أنبوبى ذى سلكين متوازيين . ويستخدم هذا الخط فى التركيبات عند مدى الترددات ما بعد العالية ، أو عند

مدى الترددات العاليه جداً فى حالات الرطوبة والهواء المملح . وبدراسة مقطع هذا الخط نجد أن أغلب طاقة المجال بين السلكين موجودة بداخل فراغ الأنبوبة البلاستيك، ولا تعاكسه الرطوبة والقذارة والأملاح المترسبة على خارج الأنبوبة . ونتيجة لذلك نجد أن الفقد فى الإشارة للخط الأنبوبى أقل منه للخط الشريطى .

ويبين كذلك الجدول التالى أن الفقد فى خطوط التغذية يزيد بزيادة التردد . وهذا من الأسباب التى تجعل تركيبات الهوائى فى مدى الترددات ما بعد العالية أكثر حرجاً منها فى مدى الترددات العالية جداً .

نوع خط التغذية	الفقد (ديسبل لكل ١٠٠ قدم)					
	١٠٠ ميجاذ/ث		٥٠٠ ميجاذ/ث		١٠٠٠ ميجاذ/ث	
	ناشف	مبلل	ناشف	مبلل	ناشف	مبلل
شريطى ذو سلكين متوازيين ٣٠٠ Ω	١,٢	٧,٣	٣,٢	٢٠,٠	٥,٠	٣٠,٠
أنبوبى ذو سلكين متوازيين ٣٠٠ Ω	١,٢	٢,٥	٣,٠	٦,٨	٤,٦	١٠,٠

(حـ) خط تغذية شريطى مفتوح :

يمكن تقليل الفقد فى خط التغذية الشريطى بازالة جزء من المادة البلاستيكية بين السلكين ، وترك فتحات على مسافات متساوية بينها . وهذا ينقص الفقد ، فيسمح بوصول جزء أكبر من الإشارة المتولدة فى الهوائى إلى جهاز التليفزيون . ويظهر تأثير ذلك أكثر فى حالة الجو الرطب ، لأن الفقد فى المادة البلاستيكية يزيد عندما تكون مبللة ، وخاصة فى حالة الترددات العالية (انظر شكل ٢٣/٤ حـ) .

(د) خط تغذية ذو سلكين متوازيين محجّب :

يوجد كذلك خط تغذية ذو سلكين متوازيين محجب ، كما فى شكل (٤ / ٢٣ د) . والسلكان موضوعان فى مادة البوليتيلين وتحيط بهما ضفيرة

من النحاس . وتوصل الضفيرة بالأرض عند نقط مختلفة عليها لحماية السلك من التداخلات . ورغم ما لهذا الخط من ميزة عندما يستخدم فى أماكن بها شوشرة عالية ، إلا أنه مرتفع الاضمحلال (٣ ديسبل لكل ١٠٠ قدم عند تردد ١٠٠ ميجاذ / ث) ، مما يجعل استعماله لمسافات طويلة غير مفضل . ويمكن الحصول عليه بمعاوقة قيمتها من ٥٠ إلى ١٠٠ Ω .

(ه) الكابل المحورى :

الكابل المحورى شكل (٤ / ٢٣ ه) يستخدم كذلك عند الحاجة للحماية من التداخلات . ورغم ميزته هذه إلا أن اضمحلاله كبير (٢,٢ ديسبل لكل ١٠٠ قدم عند ١٠٠ ميجاذ / ث) . كما أن الكابل المحورى أكثر صعوبة فى الاستعمال من الخط الشريطى ، بالإضافة إلى أنه أغلى منه . لذلك لا يستخدم إلا فى الأماكن التى بها شوشرة مرتفعة . والكابل المحورى غير متوازن ؛ ويمكن الحصول عليه بمعاوقة قيمتها من ١٠ إلى ١٥٠ Ω .

ملخص (٤)

١ – إذا تغيرت القوى الكهربية عند نقطة ما ، وكذلك القوى المغناطيسية ، يتولد اضطراب كهرومغناطيسى على شكل موجة ، يتحرك بعيداً عن نقطة المصدر بسرعة الضوء .

٢ – الطول الموجى (λ) = $\frac{\text{سرعة الموجة بالمتر فى الثانية (س)}}{\text{تردد الموجة ذ / ث (د)}}$

٣ – هوائى الاستقبال عبارة عن سلك تقطعه الموجات الكهرومغناطيسية ، فتولد به قوة دافعة كهربية تحدد قيمتها :

(ا) شدة المجال المستقبل .

(ب) طريقة وضع سلك الهوائى .

(ح) طول سلك الهوائى .

٤ – تنتشر الموجات اللاسلكية إما فى اتجاه سطح الأرض وتسمى « موجة أرضية » مثل المستخدمة فى إرسال الراديو على الموجة الطويلة والمتوسطة ، أو إلى أعلى بزاوية مع الأرض وتسمى « موجة سماوية » مثل المستخدمة فى إرسال الراديو على الموجة القصيرة .

٥ – تنقل الإشارات التليفزيونية بواسطة « خط الرؤيا » ولذلك يجب ألا يوجد عائق بين هوائى الإرسال وهوائى الاستقبال .

٦ – إذا وصلت الإشارة التليفزيونية من هوائى الإرسال إلى هوائى الاستقبال فى أكثر من مسار ، تظهر على شاشة التليفزيون « صورة شبح » . وأنواع صوَّر الأشباح هى :

(ا) الشبح الثابت .

(ب) الشبح الملطخ .

(ح) الشبح السالب .

٧ – عملياً يعتبر الهوائى ثنائى الأقطاب $\frac{\lambda}{2}$ أساساً لكل هوائيات التليفزيون

٨ – يفضل أن يكون هوائى الاستقبال موَّجه ، أى له نموذج استجابة حاد ما أمكن فى اتجاه واحد . لأن ذلك يساعد على زيادة امتصاص طاقة المجال فى هذا الاتجاه الواحد ، [illegible] من التداخلات .

٩ – يمكن جعل الهوائى موَّجه بتركيب [illegible] وموَّجه له .

١٠ – الهوائى الثنائى المطوى عبارة عن عدد اثنين هوائى ثنائى الأقطاب موصلين على التوازى . وهو يستجيب لحزمة ترددات أوسع من التى يستجيب لها الهوائى ثنائى الأقطاب العادى .

١١ – توجد أنواع كثيرة من الهوائيات مثل الهوائى القمعى والفيونكا والداخلى

١٢ – يقوم خط التغذية بنقل القدرة من الهوائى إلى جهاز التليفزيون . وأنواعه هى : شريطى وأنبوبى وشريطى مفتوح وذو سلكين متوازيين محجب وكابل محورى .

أسئلة (٤)

١ – ما العلاقة التى تربط الطول الموجى بسرعة الموجة وترددها ؟ وكيف يستفاد من ذلك فى تصميم الهوائيات ؟

٢ – ما العوامل التى تتحكم فى مقدار القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى هوائى الاستقبال نتيجة لقطع الموجات الكهرومغناطيسية له ، مع مناقشة كل منها باختصار ؟

٣ – بالنسبة لانتشار الموجات ، ما الفرق بين الموجة الأرضية والموجة السماوية وموجة خط الرؤيا ، وفيما تستخدم كل منها ؟

٤ – ما دور الطبقة الجوية المتأينة بالنسبة لانتقال الموجات اللاسلكية ؟

٥ – يوجد هوائى إرسال تليفزيونى موضوع على برج ارتفاعه ٤٠٠ قدماً ، فما هو أقل ارتفاع لهوائى استقبال موضوع على مسافة ٣٧ ميلا من هوائى الإرسال حتى يمكنه استقبال الإشارة ؟

٦ – هوائى $\frac{\lambda}{٢}$ منغم على تردد ٧٥ ميجاذ/ث ، فماذا يجب أن يكون طوله الكلى ؟

٧ – ما الذى يؤدى إلى ظهور الأشباح فى الصورة ؟ وما أنواع الأشباح ؟

٨ – ما الذى يحدد حزمة الترددات التى يعمل عليها الهوائى ؟ وكيف يمكن توسيع حزمة الترددات ؟

٩ – ماذا نعنى بأن الهوائى موجه ؟ وما الذى يترتب على ذلك ؟

١٠ – عرف كسب الهوائى ، واذكر معادلة الكسب ، وما الوحدة التى نقيس بها الكسب ؟

١١ – كيف يمكن زيادة توجيه الهوائى فى المستوى الأفقى وفى المستوى الرأسى؟

١٢ – اشرح مستعيناً بالرسم عمل الموجه والعاكس .

١٣ – اذكر أسماء وارسم أربعة أنواع مختلفة من هوائيات الاستقبال التليفزيونى :

١٤ – اذكر أسماء وارسم ثلاثة أنواع مختلفة من خطوط التغذية واشرح استخدامات كل منها .

١٥ – قل ما تعرفه عن الهوائى الثنائى المطوى .

الباب ٥

تمهيد عمل جهاز التليفزيون

٥ / ١ أقسام جهاز التليفزيون :

عمل جهاز استقبال التليفزيون يشبه عمل جهاز استقبال الراديو من حيث أن كل منهما يستقبل موجات لاسلكية ، ويختار بينها ، ويقوم بعمليات تكبير وكشف مختلفة لهذه الموجات للحصول على الصوت فى حالة جهاز الراديو ، وعلى الصوت والصورة فى حالة جهاز التليفزيون .

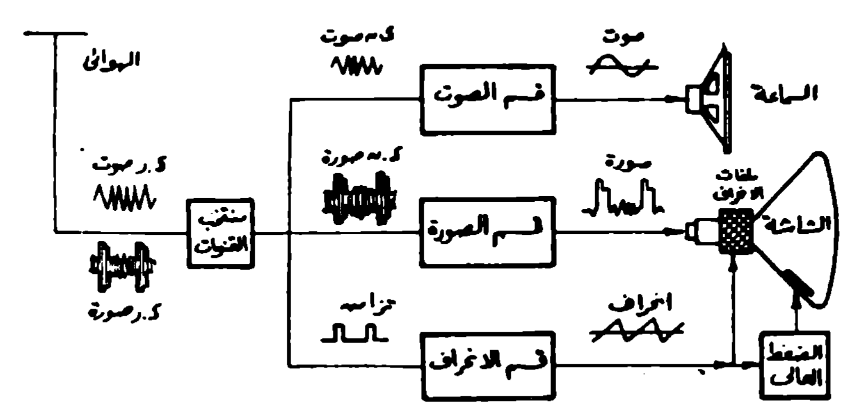
والموجة الحاملة التليفزيونية أكثر تعقيداً من الموجة الحاملة للراديو . فالموجة الحاملة للراديو تحوى معلومات عن الصوت فقط ، ولذلك يتكون جهاز الراديو من قسم واحد خاص بالصوت. أما الموجة الحاملة للتليفزيون فهى موجة مركبة تحوى معلومات عن الصوت والصورة والتزامن ، ولذلك يتكون جهاز التليفزيون من ثلاثة أقسام رئيسية هى قسم الصوت وقسم الصورة وقسم الانحراف ، كما فى شكل (٥ / ١) .

وتقوم أقسام التليفزيون المختلفة بالأعمال الآتية :

(ا) قسم الصوت يأخذ الإشارة الصوتية من الموجة المركبة ويكبرها ويكشفها ويوصلها للسماعة لتخرج على هيئة صوت ؛

(ب) قسم الصورة يأخذ الإشارة المرئية ويكبرها ويكشفها ويوصلها إلى الشاشة فتتحكم فى شدة شعاع الكهارب الراسم للصورة وتغير شدة الإضاءة على الشاشة من نقطة إلى أخرى حسب معلومات الصورة المرسلة .

(حـ) قسم الانحراف تصله إشارات التزامن ، ويقوم بتحريك شعاع الكهارب ليرسم على الشاشة خطوطاً مضيئة الواحد يلو الآخر تكوّن مجالات الصورة .



شكل (٥ / ١) : رسم مربعات يبين أقسام جهاز التليفزيون الرئيسية

هذا بالإضافة إلى وحدة التغذية ، بما فى ذلك الضغط العلى (حوالى ١٠ ـ ٢٠ ك ف) اللازم لأنبوبة الشاشة ، وهو يتولد فى قسم الانحراف .

ويتكون كل قسم من عدة مراحل تقوم كل منها بعمل معين . ويمكن ـ من الناحية العملية ـ استخدام بعض المراحل للقيام بأكثر من عمل ، وهذا يساعد على خفض عدد الصمامات اللازمة ، وبدوره يساعد على خفض تكاليف الجهاز . ويحتوى جهاز التليفريون على حوالى من ١٠ إلى ٣٢ صماماً ، ويعتمد ذلك على سعر الجهاز .

وشكل (٥ / ٢) يوضح رسم المراحل المختلفة لجهاز استقبال تليفزيون ، ورغم الاتجاه نحو توحيد المعالم الرئيسية فى تصميم أجهزة التليفزيون الحديثة ،

إلا أنه ما زالت توجد تغييرات فى تفاصيل الدوائر المختلفة . والشكل (٥ / ٢) ليس هو الشكل الوحيد ، ولكنه يوضح المراحل الرئيسية لجهاز تليفزيون اقتصادى يعتمد عليه ذو جودة مرضية .

٥ / ٢ مراحل جهاز التليفزيون :

يبين شكل (٥/ ٢) المراحل المختلفة لجهاز تليفزيون حديث وهى كالآتى

- « الهوائى Antenna » يلتقط جميع الموجات اللاسلكية التى تصل إليه وينقلها إلى مرحلة « منتخب القنوات Channel Selector » بالجهاز بواسطة « خط تغذية Transmission Line » .
- منتخب القنوات يختار (ينتخب) القناة التليفزيونية المطلوبة ، ولا يسمح بمرور القنوات والإشارات الأخرى إلى الجهاز . والإشارة التى تمثل قناة تليفزيونية تتكون من الإشارة المركبة للصورة وهى معدلة تعديل إتساع ، والإشارة الحاملة للصوت وهى معدلة تعديل تردد . وتنقل أكبر قدرة من الهوائى إلى خط التغـــذية فإلى منتخب القنوات إذا كانت « إعاقة Impedance » كل منها مساوية لإعاقة الأخرى . وعدم توافق الإعاقات قد يؤدى إلى ظهور أشباح فى الصورة . وفى حالة اختلاف إعاقة دخول منتخب القنوات عن إعاقة خط التغذية يستخـــدم « محول توفيق الهوائى Antenna matching transformer » ليوفق بين الإعاقتين .

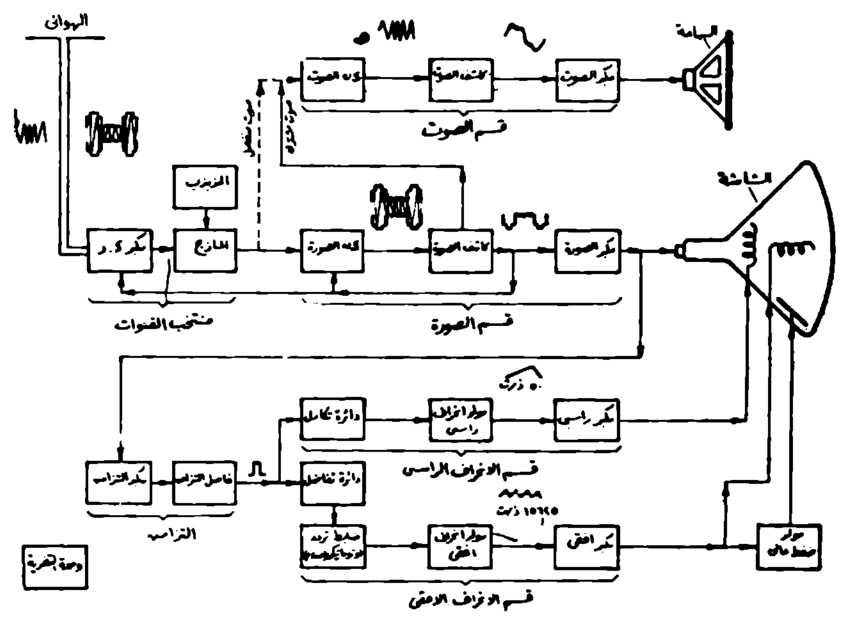
وينقسم منتخب القنوات إلى :

(ا) مكبر ترددات عالية لتكبير إشارة القناة المستقبلة .

(ب) مذبذب محلى لتوليد إشارة ذات تردد ثابت .

(حـ) مازج يمزج الإشارة المستقبلة مع الإشارة المحلية للحصول على إشارة تردد بينى (ى.ن IF) .

– مكبر التردد البينى للصورة (ى.ن الصورة) يكبر إشارة التردد البينى لكل من الصورة والصوت معاً (فى حالة طريقة الصوت المشترك Inter–Carrier Sound) . ويتم هذا التكبير عادة على ثلاثة أو أربعة مراحل ..ومكبر التردد البينى له تصميم خاص لأنه يمرر حزمة ترددات واسعة حوالى ٥ ميجاذ / ث ، هذا بالإضافة إلى أن أغلب تكبير الإشارة يتم فى هذه المرحلة .



شكل (٢/٥): رسم مربعات يبين المراحل المختلفة لجهاز التليفزيون .

– « كاشف الصورة Picture detector » تصله الإشارة مكبرة من مرحلة التردد البينى ، فيكشف عنها بأن يضيع الموجة الحاملة للصورة ، ويحتفظ بغلاف الموجة الذى يحوى معلومات الصورة .

– مكبر الصورة يكبر الإشارة الخارجة من الكاشف ، لأن الإشارة بعد الكشف عنها ما تزال ضعيفة لا يمكن توصيلها مباشرة إلى الشاشة . ولكن بعد التكبير اللازم ، توصل إشارة الصورة إلى الشاشة لتلعب دورها المرئى بأن تتحكم فى شدة شعاع الكهارب .

- « مرجِّع التيار المستمر DC Restorator » يساعد على تصحيح شدة إضاءة الصورة وإرجاع مركّبة التيار المستمر إلى الإشارة إذا ما فقدت نتيجة عملية الربط بالمكثف فى مرحلة مكبر الصورة .

- فى مرحلة الكشف ، يحدث تضارب أو مزج بين التردد البينى لكل من الصورة والصوت ، ينتج عنه فرق فى التردد مقداره ٥,٥ ميجاذ / ث ، يحوى كل معلومات الصوت . وهنا يتم فصل إشـــارة الصوت ، وتوصل إلى مكبر التردد البينى للصوت ، ليتم تكبيرها على مرحلة أو مرحلتين .

- كاشف الصوت ، تصله الإشارة من مرحلة مكبر التردد البيـــنى للصوت ، فيكشف عن إشارة الصوت ويوصلها إلى مكبر الترددات الصوتيـــة .

- مكبر الترددات الصوتية يكبر الإشارة الصوتية على مرحلة أو أكثر ، ثم يوصلها إلى السماعة لتفصح عن نفسها كنغم أو صوت .

- ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك ا AGC) هو الدائرةالتى تعمل على المحافظة على مستوى خروج إشارة الصورة من مرحلة منتخب القنوات ومرحلة التردد البينى ، بصرف النظر عن التغير فى شدة الإشارة المستقبلة . وهو يناظر ضابط الصوت الأوتوماتيكى (ض ص أ AVC) فى حالة الراديو .

- « فاصل التزامن » ومهمته فصل نبضات التزامن من إشارة الصورة المركّبة وتكبيرها . وتستخدم نبضات التزامن بعد ذلك لضمان توافق حركة شعاع الكهارب على شاشة جهاز الاستقبال مع حركته فى أنبوبة الكاميرا .

- « دائرة التكامل Integrator network » تقوم بفصل نبضات التزامن الرأسى لكل إطار ، وهى خمس نبضات ، لتكون منها نبضة

واحدة تتكرر بمعدل ٥٠ نبضة فى الثانية تتحكم فى مولد الانحراف الرأسى .

- مولد الانحراف الرأسى ، وهو مذبذب يولد موجة ترددها ٥٠ ذ / ث تغذى مكبر الانحراف الرأسى .

- مكبر الانحراف الرأسى يكبر الموجة المولدة ويوصلها على هيئة أسنان المنشار إلى ملفات التحريك الرأسى للتحكم فى تحريك شعاع الكهارب رأسياً على الشاشة .

- ضابط التردد الأوتوماتيكى (ض ى أ AFC) يعمل على ضبط تردد مولد الانحراف الأفقى ليتمشى مع التردد المناظر له فى الكاميرا حسب نبضات التزامن الأفقى . ويمنع نبضات الشوشرة من الاخلال بالتردد الأفقى حتى لا ينتج عن ذلك تمزق فى الصورة .

- مولد الانحراف الأفقى عبارة عن مذبذب يولد موجة ذات تردد مقداره ١٥٦٢٥ ذ / ث لتغذية مكبر الانحراف الأفقى .

- مكبر الانحراف الافقى يكبر الموجة المولدة ويوصلها على هيئة أسنان المنشار عن طريق محول الخروج الأفقى إلى ملفات التحريك الأفقى لتحريك شعاع الكهارب أفقياً على الشاشة والتحكم فيه .

- وحدة الضغط العالى تولد ما تحتاجه أنبوبة الشاشة من ضغط عال (حوالى من ١٠ إلى ٢٠ كيلو فولت) مستغلا الطاقة المتولدة فى محول الخروج الأفقى أثناء عملية ارتداد الشعاع .

- « الكابت Damper » فائدته كبت الذبذبات الغير مرغوب فيها فى دائرة الانحراف الأفقى .

- وحدة الضغط المنخفض تولد ما تحتاجه الصمامات المختلفة من طاقة لتغذية الفتايل والألواح والشبكات :

مراجعة عامة :

بعد أن شرحنا مراحل جهاز استقبال التليفزيون باختصار لإعطاء فكرة عامة عن طريقة عمله ، سنأخذ كل مرحلة على حدة لنوفيها دراسة وشرحاً . ولكن قبل أن نفعل ذلك ، يجدر بنا أن نمر مروراً سريعاً على بعض معلوماتنا بخصوص الكهرباء ودوائر الكهرباء والراديو التى لها علاقة بالموضوع . نعمل هذا ، رغم أنه من المفروض أن قارئ هذا الكتاب له إلمام بالمبادئ الأولية للكهرباء والراديو ، وذلك لأهمية استعادة القارئ لمعلوماته فى هذا الشأن قبل الشرح التفصيلى لدوائر التليفزيون ، لأن ذلك يساعد كثيراً على فهم تلك الدوائر .

وسيأخذ الشرح هنا الشكل العام لفهم الظاهرة أو الدائرة من الناحية الطبيعية ،متجنبين الناحية الرياضية ما أمكن . أما فيما بعد ، عند شرح دوائر التليفزيون ، فسنتكلم عن الموضوع من ناحية تطبيقه العملى على الحالة موضوع الدرس بالذات . ولن يكون ذلك تكراراً للموضوع ، بل سيكون استكمالا وتفصيلا له .

ستقابلنا عند شرح دوائر التليفزيون موضوعات كثيرة مثل :

الذبذبات والموجات والأشكال الموجيّة وثوابت الزمن ودوائر الرنين والمرشحات ومصايد الموجات والتوافق والمكبرات بأنواعها بما فى ذلك تكبير حزمة ترددات واسعة والمذبذبات وما إلى ذلك . وهذا ما سنستعيده الآن .

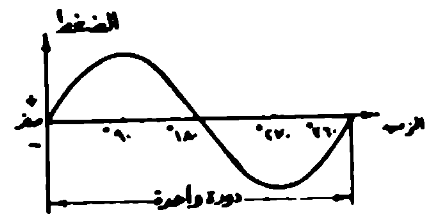
٥ / ٣ الذبذبات والأشكال الموجية :

التيار الكهربى المستمر عبارة عن استمرار سريان شحنات كهربية فى اتجاه واحد . ويسرى التيار فى موصل كهربى كسلك من النحاس مثلا ، أو فى الفراغ كما فى حالة الصمامات .

والتيار المتغير هو التيار الذى تتغير كل من شدته واتجاهه باستمرار . كما أن الضغط المتغير هو الضغط الذى يتغير باستمرار كل من شدته واستقطابه ،

وأغلبية الإشارات الكهربية فى الراديو والتليفزيون هى ضغوط وتيارات متغيرة . إذا دارت لفة سلك فى مجال مغناطيسى يظهر ضغط تأثيرى عند طرفيها . وعلى هذه الفكرة تنبنى نظرية المولد الكهربى (الدينامو). وفى حالة الدينامو تستبدل لفة السلك بملف . ويتولد فى الملف تيار تأثيرى تعتمد شدته على معدّل قطع خطوط القوى للفاته .

ويكون اتجاه التيار التأثيرى دائماً بحيث يقــاوم القوة التى أحدثته .



شكل (٣/٥) : منحنى بيانى يمثل قيمة الضغط التأثيرى المتولد عند طرفى لفة سلك تدور بانتظام فى مجال مغناطيسى كدالة للزمن .

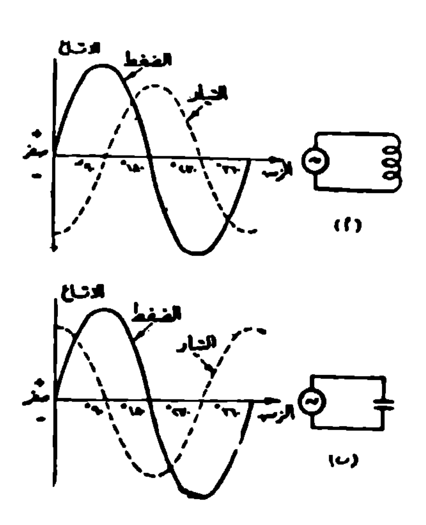
إذا رسمنا منحنى بيانى يمثل قيمة الضغط التأثيرى المتولد عند طرفى لفة سلك تدور بانتظام فى مجال مغناطيسى كدالة للزمن ، نحصل على شكل (٣/٥) . وشكل المنحنى البيانى هذا للضغط (أو للتيار) يطلق عليه اسم « الشكل الموجى Wave Form » . والشكل الموجى المرسوم بالشكل يمثل « موجة جيبيّة Sine Wave » . والموجة الجيبية هذه هى أكثر الأشكال الموجية شيوعاً ، حتى يمكنا أن نقول أنها تمثل إيقاع التغير فى الطبيعة .

هذه الموجة تتذبذب بانتظام حول محور بطريقة دورية . فتبدأ من الصفر وتزيد إلى أن تصل إلى القمة الموجبة ، ثم تنقص إلى الصفر ، وتستمر فى الاتجاه السابق إلى أن تصل إلى القمة السالبة ، ثم تبدأ فى الارتفاع إلى أن تصل إلى الصفر مرة أخرى ، وبهذا تكون قد أتمت دورة كاملة أو ذبذبة كاملة . وكل ذبذبة كاملة تستغرق نفس الوقت وتمر بنفس التغير . وعدد الذبذبات الكاملة التى يتمها الضغط أو التيار فى الثانية (يرمز لها ذ / ث CPS) يسمى « التردد Frequency » . وتشغل ترددات الضغوط والتيارات المتغيرة مدى واسع ، من عدة ذبذبات فى الثانية إلى ملايين الذبذبات فى الثانية . وبجانب وحدة قياس التردد ذ / ث توجد وحدات أخرى هى :

١ كيلوذبذبة فى الثانية = ١ ك ذ/ث = ١٠٠٠ ذ/ث

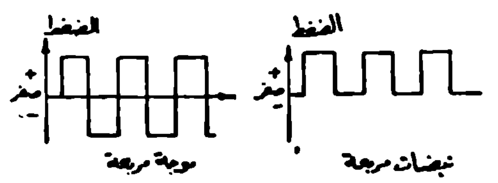
١ ميجا ذبذبة فى الثانية = ١ ميجا ذ/ث = ١٠٠٠ ك ذ/ث = ١٠٠٠٠٠٠ ذ/ث

يقال أن التيارات أو الضغوط المتغيرة لها نفس الوجه ، إذا حدثت نهاياتها العظمى ، وكذلك قيمها الصفرية فى وقت واحد . فمثلا إذا وصلنا مقاومة أومية بضغط متغير ، يتولد عندنا تيار متغير له نفس وجه الضغط . ولكن غالباً ماتقابلنا كميتان متغيرتان ، مثل الضغط والتيار ، بينهما فرق فى الوجه . أى أنهما لم تبدءا فى وقت واحد ، ولذلك فان النهاية العظمى ، وكذلك القيمة الصفرية لكل منها لا تحدث فى نفس الوقت . فمثلا إذا وصلنا ملفاً بضغط متغير يتولد عندنا تيار متغير ، يتأخر عن الضغط المستخدم بفرق وجه مقداره ٩٠° . أما فى حالة السعة فان التيار يتقدم الضغط بفرق وجه قيمته ٩٠° . وهذا موضح بشكل (٥ / ٤) .



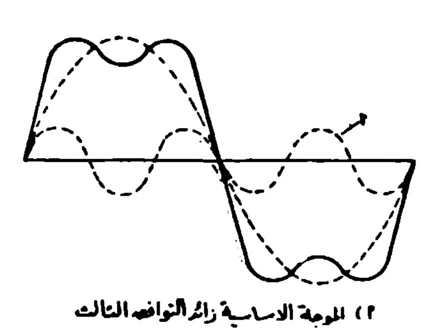
شكل (٥/٤) : (أ) إذا وصلنا ملفاً بضغط متغير يتولد عندنا تيار متغير يتأخر عن الضغط المستخدم بفرق وجه مقداره ٩٠° (ب) إذا وصلنا مكثفاً بضغط متغير يتولد عندنا تيار متغير يتقدم الضغط المستخدم بفرق وجه قيمته ٩٠°.

تكلمنا عن الموجة الجيبيّة ، ولكن عند دراسة التليفزيون تقابلنا موجات أخرى مثل الموجة المربعة وموجة أسنان المنشار . وعند حذف نصف الذبذبة المربعة نحصل على نبضة مربعة القمة ، كما فى شكل (٥ / ٥) . ويمكن تحليل الأشكال الموجية المختلفة إلى موجة جيبية أساسية لها نفس

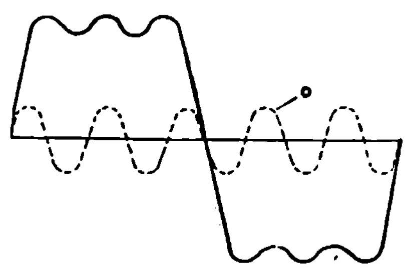


شكل (٥/٥) : بحذف نصف الذبذبة المربعة نحصل على نبضة مربعة .

التردد ، بالإضافة إلى توافقات الموجة الأساسية . و « التوافق Harmonic » هو التردد الأصلى مكرراً عدة مرات. فمثلا التوافق الثالث لموجة يكون تردده ثلاثة أضعاف تردد الموجة الأساسية . وإذا أخذنا موجة مربعة نجـــدها تتركب من موجة جيبية أساسية بالإضافة إلى توافقات فردية أقل اتساعاً . وكلما زاد عدد التوافقات الفردية ، كلما قرب الشكل الموجى للتربيع ، كما فى شكل (٥ / ٦) . وبتحليل موجة أسنان المنشـــار ، نجدها تتركب من موجـــة جيبية أساســـية بالإضافة إلى جميـــع التوافقات .



أ) الموجة الأساسية زائد التوافق الثالث



ب) اضافة التوافق الخامس يقرب من التربيع

شكل (٥/٦) : تتركب الموجة المربعة من موجة جيبية أساسية بالإضافة إلى توافقات فردية أقل اتساعاً . ويقرب الشكل للتربيع كلما زاد عدد التوافقات الفردية .

٥ / ٤ الملفات والمحولات :

« التأثير الذاتى للملف » أو المحاثة الذاتية للملف ، عبارة عن الخاصية التى تنشأ عنهـــا قوة دافعة كهربية تأثيرية فى الملف ، عنـــد حدوث تغيير فى التيار الذى يمر به . ووحدة المحاثة الذاتية هى الهنرى (يرمز له بالحرف هـ) . ويكون معامل المحاثة الذاتية للملف واحد هنرى ، إذا حدث فى الملف تغيير فى التيار بمعدل ثابت مقداره أمبير واحد فى الثانية ، فنتج عنه واحد فولت بالتأثير . وبجانب وحدة الهنرى توجد وحدتان عمليتان هما :

١ مللى هنرى = ١ م هـ = ٠,٠٠١ هنرى

١ ميكروهنرى = ١ µ هـ = ٠,٠٠٠٠٠١ هنرى

مقاومة الملف للتيار المتغير تسمى الممانعة الحثية ، وتتناسب تناسباً طردياً مع كل من التردد والمحاثة . ($ع_ل$ = ٢ ط ء ل = ٦,٢٨ ء ل حيث : $ع_ل$ = الممانعة بالأوم ، ء = التردد ذ/ث ، ل = المحاثة الذاتية بالهنرى) واعتماد ممانعة الملف على التردد يعطيه خاصية اختيارية .

يعتبر الملف المثالى خالى من المقاومة ، ولكن لا يوجد مثل هذا الملف ، بل توجد دائماً مقاومة موزعة بالملف . ويعرّف « شكل التأهيل أو معامل الجودة Figure of merit » للملف بأنه نسبة ممانعته إلى مقاومته الموزعة : ويرمز له بالحرف Q ($Q = \frac{ع_ل}{م}$) .

ويجدر بالذكر أنه عند الترددات العالية ، يميل جزء كبير من التيار إلى المرور عند السطح الخارجى للموصل كلما زاد التردد . وهذا يؤثر فى تصغير مساحة المقطع الموصل ، وزيادة المقاومة . ينتج عن ذلك زيادة الفقد . وهذا التأثير يسمى « مفعول القشرة Skin effect » . وبزيادة التردد تزيد كل من ممانعة الملف ومقاومته مما قد يجعل Q للملف ثابتة نسبياً على مدى تردد محـــدود .

عندما يوضع ملف فى المجال المغناطيسى لملف آخر ، يحدث بينهما ما يسمى « بالازدواج أو الربط Coupling » . نتيجة لهذا الازدواج ، نجد أنه بمرور تيار فى أحد الملفين ، يتولد فى الملف الآخر ضغط تأثيرى . ويسمى ما يحدث بين الملفين « التأثير المتبادل » . نحصل على وحدة التأثير المتبادل (ق) إذا حدث تغير فى تيار الملف مقداره ١ أمبير فى الثانية ، فنتج عنه بالملف الآخر ضغط تأثيرى مقداره ١ فولت . وتعتمد كمية التأثير المتبادل على التأثير الذاتى للملفين ، وعلى وضعهما النسبى ، وعلى ما بينهما من هواء أو حديد أو أى مادة أخرى .

عند ازدواج ملفين يتكون لدينا ما يسمى « محول Transformer » .

وبواسطة المحول تنقل الطاقة الكهربية من دائرة لأخرى دون اتصال مباشر ، والملف الذى تدخل منه الطاقة يسمى ملف ابتدائى ، والذى تخرج منه الطاقة يسمى ملف ثانوى . ولا يمكن أخذ طاقة كهربية من الثانوى أكثر مما هو معطى للابتدائى . وفى الحقيقة نحصل على طاقة أقل فى الثانوى ، لأن بعض الطاقة تفقد دائماً فى المحول نفسه . ونسبة الضغط على كل من الابتدائى والثانوى تتناسب طردياً مع عدد لفاتهما . أما نسبة التيار فى كل منهما فتتناسب عكسياً مع عدد لفاتهما $\left(\frac{ض_1}{ض_2} = \frac{ن_1}{ن_2} = \frac{ت_2}{ت_1} \right)$.

يستخدم المحول لرفع الضغط أو خفضه . وكذلك من أهم استخداماته « توفيق الإعاقة Impedance Matching » (الإعاقة أو المعاوقة هى المقاومة التى تبديها أجزاء الدائرة لمرور تيار متغير) . إذ غالباً ما نحتاج إلى توفيق إعاقة الحمل إلى إعاقة المنبع ، وذلك لإمكان نقل أقصى قدرة . وتنقل أقصى قدرة عندما تكون إعاقة الحمل مساوية لإعاقة المنبع . ويساعدنا المحول على عمل هذا ، وذلك بجعل نسبة عدد لفات الابتدائى إلى الثانوى تساوى الجزر التربيعى لنسبة إعاقة الابتدائى إلى الثانوى

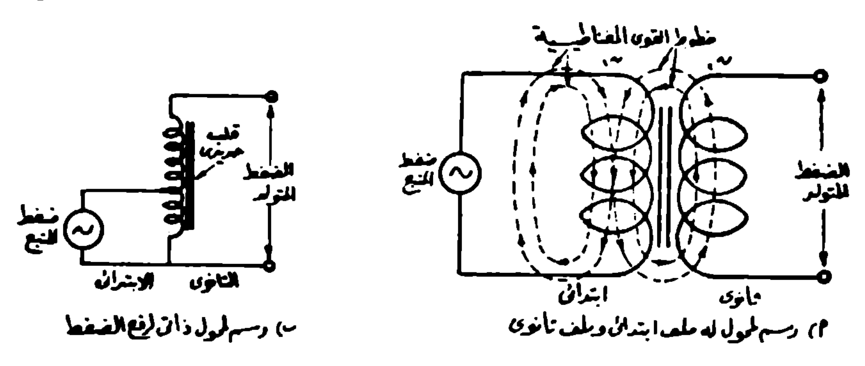
$$\left(\frac{ن_1}{ن_2} = \sqrt{\frac{ع_1}{ع_2}} \right)$$

ومن أمثلة استخدام المحول للتوفيق هى حالة استخدامه بين مرحلة خروج الترددات الصوتية والسماعة ، وكذلك عند استخدامه للتوفيق بين خط تغذية الهوائى ومكبر ذبذبات الراديو فى جهاز التليفزيون .انظر شكل (٥/٧)

٥ / ٥ المكثفات وثابت الوقت :

يتركب المكثف من موصلين بينهما عازل . ومقدرة المكثف على تخزين الشحنة الكهربية تسمى السعة . ووحدة السعة هى الفاراد (رمزه ر F) .

وتكون سعة مكثف واحد فاراد ، إذا أثر عليه ضغط مقداره واحد فولت ، فولد به شحنة تساوى واحد كولوم : للأغراض العملية يقسم الفاراد إلى وحدات أصغر هى الميكروفاراد (μ ر) ، والبيكوفاراد (ب ر) [١ ميكروفاراد = ٠٫٠٠٠٠٠١ فاراد = ١٠٠٠٠٠٠ بيكوفاراد] .
تتوقف سعة المكثف على مساحة الألواح المعرضة لبعضها ، والمسافة بين



شكل (٥/٧) : رسم لمحول له ملف ابتدائى وملف ثانوى وآخر لمحول ذاتى .

الألواح ، ونوع العازل بين الألواح . ثابت العزل يبين عدد المرات التى تزيدها السعة ، إذا استخدمنا مادة عازلة غير الهواء . والضغط الذى عنده يحدث ثقب فى المادة العازلة يسمى ضغط الثقب أو ضغط الكسر لتلك المادة . ومعدل الضغط الذى يكتب على المكثفات يبين أقصى ضغط يمكن أن تتعرض له بسلامة خلال فترات تشغيل طويلة .

مقاومة المكثف للتيار المتغير تسمى المانعة السعوية ، وتتناسب تناسباً عكسياً مع كل من التردد والسعة . [$ع_{س} = \frac{١}{٢ ط ى س} = \frac{١}{٦٫٢٨ ى س}$

حيث $ع_{س}$ = المانعة بالأوم ، ى = التردد ذ/ث ، س = السعة بالفاراد]
واعتماد ممانعة المكثف على التردد يعطيه خاصية اختيارية .

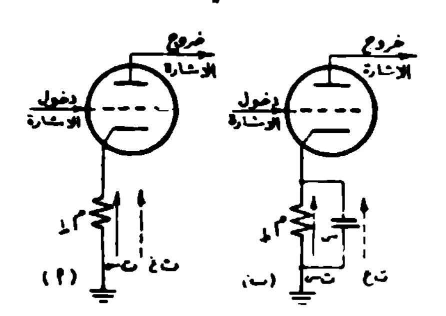
عند توصيل مكثف مثالى إلى ضغط متغير ، نجد أن الطاقة المبذولة فى شحن المكثف لا تستهلك ، بل تتبادل باستمرار بين مصدر الضغط المتغير

والمكثف . ولكن توجد دائماً مقاومة فى المكثف ناتجة من أسلاك التوصيل والألواح ، كما أن المواد العازلة الشائعة الاستعمال ليست عوازل خالصة .

ينتج عن وجود مقاومة فى المكثف أن تتشتت بعض القدرة ، ويسمى ذلك فقد فى المكثف . هذا ويمكن اهمال الفقد فى المكثفات جيدة الصنع .

شكل (٥/٨) : دائرة بها مكثف ربط (س ر) يسمح بمرور التيار المتغير (ت غ) ويمنع مرور التيار المستمر (ت س) .

كما تلف الملفات بطرق مختلفة مثل : الملف الأسطوانى ، والملف المستعرض المزدوج ، والملف المستعرض المزدوج المتتالى ، كذلك توجد أنواع مختلفة للمكثفات . وتنقسم المكثفات من حيث الحركة إلى : مكثفات متغيرة (مثل المكثف المستخدم لتنغيم الراديو) ، ومكثفات ضبط ، ومكثفات ثابتة . وتنقسم المكثفات حسب نوع العازل الموجود بها ، فتستخدم المكثفات المتغيرة ومكثفات الضبط الهواء كعازل غالباً . وتستخدم المكثفات الثابتة عوازل مثل الورق والميكا والفخار (ثانى أوكسيد التيتانيوم) الذى له ثابت عزل كبير ،



شكل (٥ / ٩) : فى الدائرة (أ) يمر التيار المستمر (ت س) والتيار المتغير (ت غ) فى مقاومة المهبط م ط ، وفى الدائرة (ب) يمرر مكثف التمرير س التيار المتغير ، وبذلك لا يمر فى م ط غير التيار المستمر .

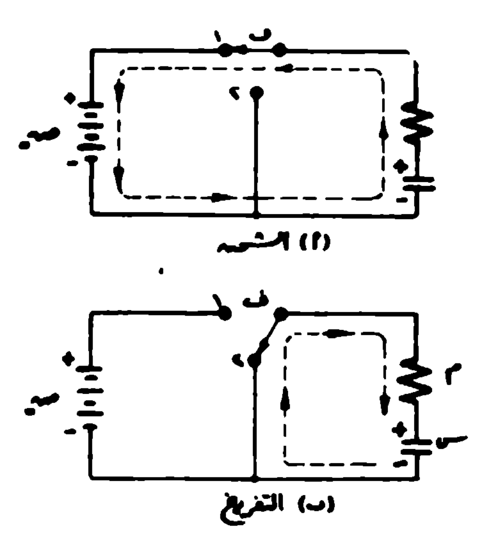
كما توجد المكثفات الكيماوية التى تستخدم عادة فى دوائر وحدة التغذية .

وللمكثفات استخدامات كثيرة فى الدوائر . فمثلا تستخدم المكثفات

كجزء من دوائر الربط بين مراحل جهاز الاستقبال ، وذلك لتمنع مرور التيار المستمر من لوح صمام إلى شبكة الصمام التالى ، بينما تسمح بمرور إشارات التيار المتغير ، كما هو موضح بشكل (٥ / ٨) . وفى هـذه الحالة تسمى مكثفات « ربط Coupling » . كما تستخدم المكثفات لتسمح للتيار المتغير بالمرور حول جزء فى الدائرة يحمل تياراً مستمراً ، إذا كان مرور التيار المتغير فى هذا الجزء غير مرغوب فيه ، كما هو موضح بشكل (٥/٩). وفى هذه الحالة يسمى مكثف « تمرير Bypass » .

شكل (٥/١٠) : دائرة موحد نصف موجة ، س١ مكثف تخزين ، ل س٢ تكون مرشح تنعيم

كذلك فى وحدة التغذية نوصل مكثف تخزين بين نقطتى خروج موحد نصف موجة أو موجة كاملة لنزيد الضغط المستمر. وتقل مركبة الضغط المتغير ، كما فى شكل (٥ / ١٠) . ويمكن التخلص من مضايقة مركّبة الضغط المتغير ، أى ضغط التعرجات (يسبب الطنين) ، بأن نوصل بعد مكثف التخزين مرشح تنعيم مكون من ملف أو مقاومة ومكثف ، كما فى الشكل (٥ / ١٠) .



شكل (٥/١١) : دائرة م س (أ) فى حالة الشحن (ب) فى حالة التفريغ

من أهم استخدامات المكثفات ، وكذلك الملفات ، هو الاستفادة بها فى الدوائر التى تنتفع بالوقت اللازم للضغط أو التيار ليصل إلى قيمة معينة .

هذه الدوائر يمكن أن تكون دائرة مكونة من مكثف ومقاومة (م س) أو من ملف ومقـاومة (م ل) . فى شكل (٥ / ١١) نرى دائرة م س . ويمكن إيجاد الوقت اللازم لشحن المكثف إلى ٦٣,٢ ٪ من قيمة أقصى ضغط له بواسطة المعادلة الآتية : ز = م س حيث ز = ثابت الوقت بالثانية ، م = المقاومة بالأوم ، س = السعة بالفاراد . وعملياً الوقت اللازم لشحن المكثف كلية يساوى ٥ م س . أما الوقت اللازم لتفريغ المكثف إلى ٣٦,٨٪ من قيمته القصوى هو م س ثانية . كما يهبط الضغط على المكثف إلى صفر عملياً فى وقت يساوى ٥ م س . فى شكل (١٢/٥) نرى دائرة م ل . وعند قفل الدائرة يصل التيار فى الملف إلى ٦٣,٢٪ من أقصى قيمة له فى وقت ز = $\frac{ل}{م}$ حيث ز = ثابت الـوقت بالثانية ، ل = المانعة بالهنرى، م = المقاومة بالأوم . ويصل التيار إلى نهايته العظمى عملياً فى وقت يساوى $\frac{٥ ل}{م}$. أما عند فتح الدائرة فينقص التيار إلى ٣٦,٨٪ من نهايته العظمى فى وقت مقـداره $\frac{ل}{م}$. كما يصل التيار إلى صفر عملياً فى وقت $\frac{٥ل}{م}$

شكل (١٢/٥) : دائرة م ل (أ) حالة قفل الدائرة ، (ب) حالة فتح الدائرة .

يبين شكل (٥ / ١٣) أحد الاستخدامات العملية لثابت الوقت ؛ وهو رسم مبسط لدائرة ضابط الصوت الأوتوماتيكى (ض ص أ AVC) ، حيث

يمرر جزء من الخروج الموحد للكاشف على دائرة ترشيح مكونة من مقاومة ومكثف ($م_٣$ $س_٣$) . ثم يغذى إلى شبكات صمامات مراحل ترددات الراديو والترددات البينية ، وذلك ليعارض تغيرات شدة إشارة الدخول ، وليعطى إشارة خروج ثابتة .

شكل (٥/١٣): رسم مبسط لدائرة ضابط الصوت الأوتوماتيكى ، وهى عبارة عن دائرة كاشف متصل على التوالى مع مقاومة الحمل . $م_٣$ = ٢ ميجا أوم ، $س_٣$ = ٠,٠٠٥ µ فاراد ، ثابت زمن دائرة ض ص أ = ٠,١ ثانية وهو لا يتأثر بتردد ذبذبات الصوت السريعة بينما تؤثر فيه التغيرات الأبطأ مثل الخفوت .

٥ / ٦ دوائر الرنين :

تتكون دائرة الرنين من ملف ومكثف . وعند توصيل الملف والمكثف على التوالى نحصل على دائرة رنين توالى ، أما عند توصيل الملف والمكثف على التوازى فنحصل على دائرة رنين توازى . ويتوقف تردد رنين دائرة ما على سعة المكثف والتأثير الذاتى للملف . ويزيد التردد كلما نقصت قيمة السعة والتأثير الذاتى ، والعكس صحيح . ويمكن حساب تردد الرنين من المعادلة الآتية : $د_ر = \frac{1}{6,28\sqrt{ل\,س}}$ حيث

$د_ر$ = التردد ذ / ث ، ل = التأثير الذاتى هنرى ، س = السعة فاراد .

فى حالة رنين التوالى نجد الآتى :

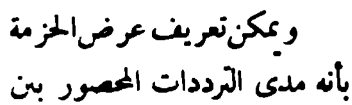
(ا) عند الرنين تكون ممانعة الحث مساوية لممانعة السعة ($ع_ل = ع_س$) والإعاقة عند نهايتها الصغرى ، وتيار الخط عند نهايته العظمى تحده المقاومة فقط . فرق الوجه يكون صفراً . وتيار الخط متحد الوجه مع الضغط المستخدم .

(ب) عند تردد أقل من الرنين تغلب ممانعة السعة فى الدائرة ، ويتقدم تيار الخط الضغط المستخدم .

(حـ) عند تردد أعلى من الرنين تغلب ممانعة الحث فى الدائرة ، ويتأخر تيار الخط عن الضغط المستخدم . وشكل (٥/١٤) يبين دائرة رنين توالى ، ومنحنى رنين للإعاقة والتيار .

توجد لدوائر الرنين خاصية « الاختيارية Selectivity » فهى تقبل مدى ترددات معين وترفض الترددات الأخـــرى . ومدى الترددات الذى تقبله الدائرة يسمى « عرض الحزمة Bandwidth » . وقد يكون عرض الحزمة عدة مئات أو آلاف من الذبذبات أو حتى عدة ملايين ذبذبة ، كما فى حالة منتخب القنوات بجهاز التليفزيون مثلا . وحتى نتمكن من مقارنة دوائر مختلفة من حيث عرض الحزمة يجب أن نعرفها أولا .

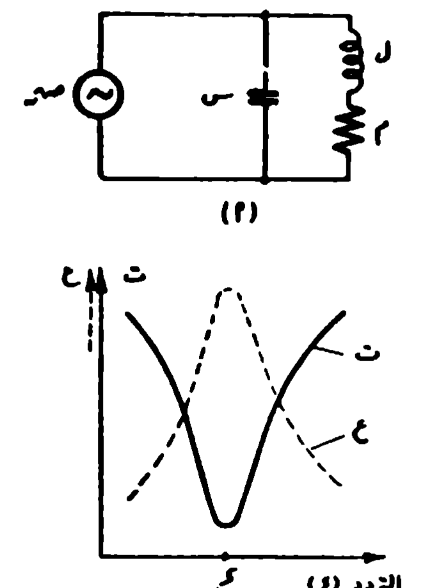
شكل (٥ / ١٤) : (أ) دائرة رنين توالى (ب) منحنى الرنين للتيار والاعاقة : ور = تردد الرنين ، ت ر = تيار الرنين ، النقطة ١ هى نقطة نصف القدرة السفلى ، النقطة ٢ هى نقطة نصف القدرة العليا .



ويمكن تعريف عرض الحزمة بأنه مدى الترددات المحصور بين نقطتى نصف القدرة العليا والسفلى على منحنى الاستجابة للدائرة ، كما فى الشكل (٥ / ١٤) . وبما أن منحنى الرنين هو رسم التيار فى مقابل التردد أكثر منه رسم القدرة فى مقابل التردد ، فمن الملائم إمكان تحديد نقطة نصف القدرة على منحنى التيار دون حاجة إلى حساب القدرة . ويمكن عمل ذلك

بضرب قيمة التيار عند الرنين فى ٠,٧٠٧ لنحصل على نقطة نصف القدرة كما فى الشكل (٥ / ١٤) .

بما أن أغلب المقاومة فى دائرة الرنين موجودة بالملف ، نعتبر قيمة Q للدائرة هى نفس قيمة Q للملف . ويعتمد عرض الحزمة والاختيارية على Q للدائرة . ففى حالة رنين التوالى تعطى قيمة Q العالية اختيارية عالية (عرض حزمة ضيق) وخروج أو كسب كبير عند الرنين ، أما قيمة Q الصغيرة فتوسع عرض الحزمة وتقلل الخروج ، كما فى شكل (٥ / ١٦) .



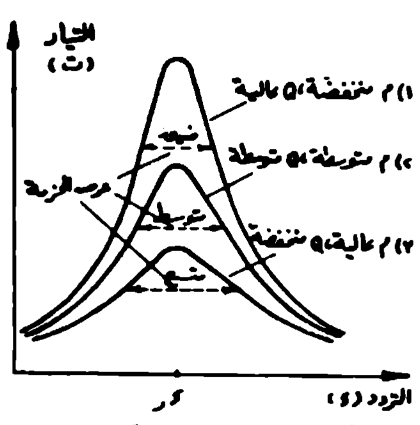
شكل (٥/١٥) : (أ) دائرة رنين توازى (ب) منحنى الرنين للتيار والاعاقة : در = تردد الرنين ، ت = التيار ، ع = الاعاقة .

وفى حالة رنين التوازى نحصل على اختيارية عالية (عرض حزمة ضيق) كلما قلت المقاومة الموجودة على التوالى مع الملف ، ويزيد عرض الحزمة كلما قلت المقاومة الموجودة على التوازى مع الملف والمكثف ، كما فى شكل (٥ / ١٧) .

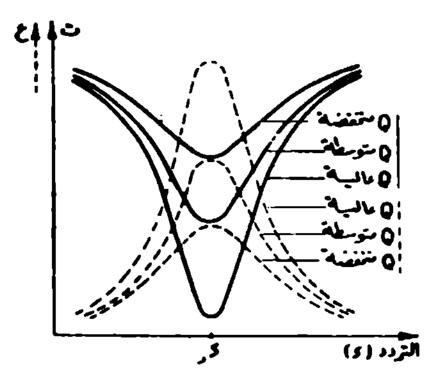
٥ / ٧ محولات الربط والتنغيم الخلافى :

يمكن التحكم فى عرض حزمة الترددات ، باستخدام دائرتين منغمتين على تردد واحد ، يربط بين ملفاتهما ازدواج مغناطيسى ، وهذه هى حالة « محول الربط Coupling Transformer » . ويمكن أن يكون الازدواج بين الدائرتين إماحرج أو وثيق أو سائب . وتأثير مختلف درجات الازدواج على منحنى الاستجابة يتضح من شكل (٥ / ١٨) :

ففى حالة الازدواج الحرج يكون لمنحنى استجابة الثانوى قمة مفردة ذات أقصى ارتفاع ، وفى تلك الحالة يحدد عرض الحزمة فقط حمل الدائرة أو Q لها . أما إذا كانت الدوائرة سائبة الازدواج ، يظهر منحنى له قمة واحدة ذات ارتفاع منخفض . وفى حالة الازدواج الوثيق — أى الأكبر من الحرج — فتظهر قمتـــان منفصلتان للمنحنى وينخفض ارتفاعه . أى فى تلك الحالة الأخـــيرة يزيد عرض الحزمة ويقل كسب الدائرة . ومثل هذه الدائرة تستخدم فى جهاز التليفزيون ، وخاصة فى مرحلة الترددات البينيّة .



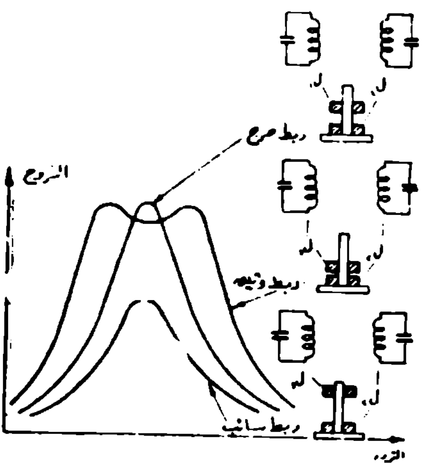
شكل (٥/١٦) منحنيات تبين اعتماد عرض الحزمة والاختيارية على Q للدائرة (فى حالة رنين التوالى)



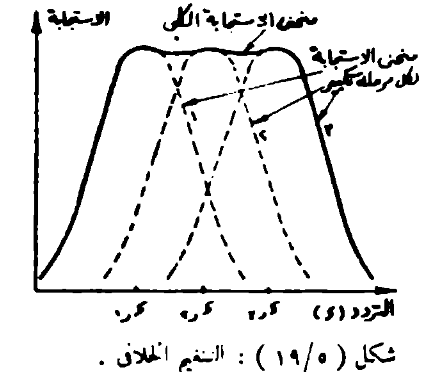
شكل (٥/١٧): منحنيات تبين اعتماد عرض الحزمة والاختيارية على Q للدائرة (فى حالة رنين التوازى)

ويمكن كذلك التحكم فى عرض حزمة مكبر بواسطة ما يسمى « تنغيم خـــلافى Staggered Tunning » فمثلا نأخذ مرحلة تكبير واحدة ، تتصل بشبكة صمامها دائرة رنين ، وكذلك تتصل بلوح صمامها دائرة رنين . فاذا نغمت كل من دائرتى الرنين فى الشبكة واللوح على تردد واحد ، نحصل على أكبر كسب عند تردد الرنين . ولكن عرض حزمة الترددات فى تلك الحالة تكون فى العادة ضيقة جداً .

أما إذا وجد اختلاف قليل بين تردد رنين كل من دائرتي الشبكة واللوح ، فإن الكسب ينقص ، ولكن عرض الحزمة يزيد . فإذا تعددت مثل تلك المراحـــل ، وكانت كل من دوائر الرنين منغمة على تردد رنين مختلف ، ولها درجات كبت مختلفة ، ومتصلة مع بعضها على التوالى ، نحصل على منحنى استجابة عام. ويسمى ذلك « تنغيم خلافى » . وبالاختيار المنــاسب لترددات الرنين ، نحصل على منحنى استجـــابة عام له حزمة ترددات واسعة ، كما فى شكل (٥ / ١٩) تلائم اســتعمالات التليفزيون .



شكل (٥/١٨): شكل يبين تأثير مختلف درجات الازدواج (حرج ، وثيق ، سائب) على منحنيات الاستجابة .



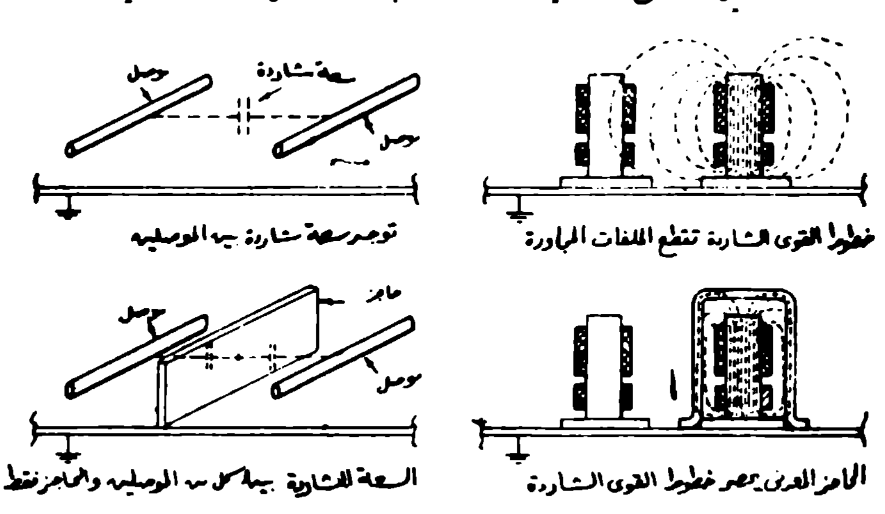
شكل (٥/١٩) : التنغيم الخلافى .

يحدث ، خاصة عند الترددات العالية ، ربط غير مرغوب فيه بين دائرتين مختلفتين بواســطة خطوط قوى مغناطيسية شاردة أو بواسطة سعة شاردة . وللتغلب على ذلك تستخدم حواجز معدنية ، كما فى شكل (٥ / ٢٠) .

٥ / ٨ مصايد الموجات والمرشحات :

عند استخدام دائرة رنين لرفض حزمة ترددات ضيقة وتمرير الترددات الأخرى ، يطلق عليها اسم مصيدة موجات . وتنغم دائرة الرنين على التردد المطلوب رفضه ، فنحصل على منحنى استجابة ، كما فى شكل (٥ / ٢١) .

ولمصايد الموجات أشكال مختلفة منها أن تكون دائرة رنين توازى موصلة على التوالى مع الدائرة ، أو تكون دائرة رنين توالى موصلة على التوازى مع الدائرة ، أو دائرة ل س مقفلة مزدوجة مغناطيسياً مع الدائرة . وفى هذه الحالة الأخيرة تسمى « مصيدة شفط » لأنها تشفط التردد المنغمة عليه .



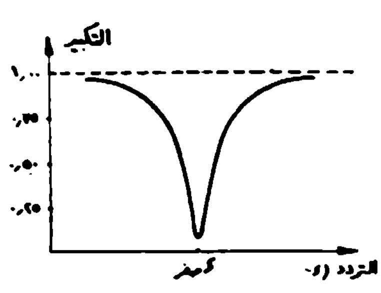
شكل (٥/٢٠) : يمكن منع الربط غير المرغوب فيه بواسطة حواجز معدنية سواء كان ناتجا عن خطوط قوى مغناطيسية شاردة أو سعة شاردة .

يستفاد من مصايد الموجات فى دوائر جهاز التليفزيون ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

فى مرحلة منتخب القنوات ، يمكن لإشارات قوية كالصادرة من محطات تعديل تردد قريبة أن تفسح لنفسها طريقاً إلى داخل جهاز التليفزيون ، فتسبب تداخل فى الصورة أو الصوت . لذلك توضع مصايد موجات عند مدخل جهاز التليفزيون فى مثل تلك الحالات لتمنع التداخل. فى مرحلة الترددات البينية يستفاد من مصايد الموجات للتخلص من تداخل القنوات المجاورة .

تستخدم تركيبة ل س على التوالى والتوازى كمرشحات ، لتمرر أو لتمنع مرور ترددات أعلى من أو أقل من تردد حرج مطلوب ، يسمى « تردد القطع Cut-off Frequency » . وكذلك تستخدم مرشحات أخرى

لتمرر أو لتمنع مرور حزمات تردد بأكملها . وهذه تختلف عن المصايد التى تخمد مدى ضيق من الترددات .



شكل (٥/٢١) : خاصية التكبير السالب لدائرة شفط (مصيدة موجات) .

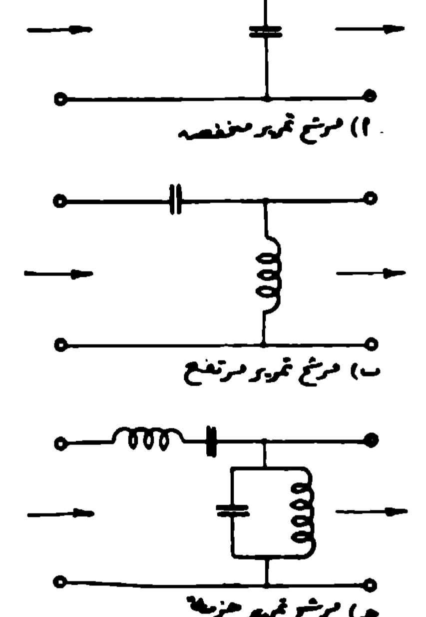
ويمكن تقسيم المرشحات من حيث عملها إلى أربعة أنواع أساسية هى :

ا – مرشح تمرير منخفض ، يمرر جميع الترددات الأقل من تردد القطع ، ويسبب اضمحلال الترددات الأعلى من تردد القطع .

ب – مرشح تمرير مرتفع ، يمرر جميع الترددات الأعلى من تردد القطع ويسبب اضمحلال الترددات الأقل من تردد القطع .

حـ – مرشح تمرير حزمة ، يمرر حزمة الترددات بين ترددى القطع ، ويسبب اضمحلال الترددات الأعلى والأقل .

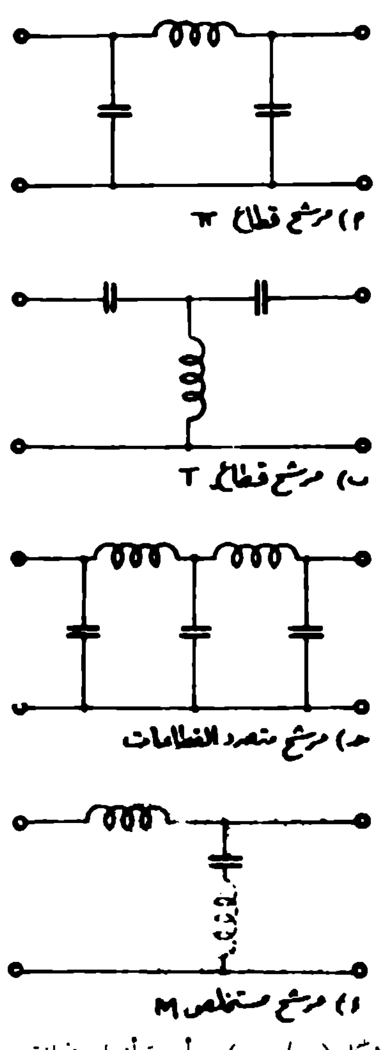
د – مرشح تضييع حزمة ، يسبب اضمحلال الترددات بين ترددى قطع ، ويمرر الترددات الأعلى والأقل .



شكل (٥/٢٢) : أربعة أنواع مختلفة من المرشحات .

ويبين شكل (٥/٢٢) الأنواع المختلفة للمرشحات ، ويختلف تصميم

المرشحات تبعاً للخواص المطلوبة . وأحد الخواص الهامة هو « حدة القطع » ، وهو اصطلاح يعبر عن مقدار السرعة التى تضمحل بها الترددات بعد تردد القطع ، وفى الاستعمالات التى لا تتطلب قطع حاد ، يستخدم أحياناً م س كمرشح تمرير منخفض أو مرتفع بدلا من ل س ، وذلك توفيراً للتكاليف لأن المقاومة أرخص ثمناً من الملف .



شكل (٥ / ٢٣) : أربعة أنواع مختلفة من قطاعات المرشحات .

المرشحات التى ذكرناها كانت على شكل حرف L ويطلق عليها قطاع L .

وتوجد أشكال أخرى للمرشحات على هيئة قطاع π ، وكذلك على هيئة قطاع T . وللحصول على قطع أكثر حدة ، يمكن إضافة أكثر من قطاع . وتسمى مرشحات متعددة القطاعات . وكذلك يمكن الحصول على قطع أكثر حدة باستخدام مرشحات تسمى « مستخلص M » . وتتكون مرشحات مستخلص M عموماً باضافة إعاقات متعارضة (إضافة مكثف إلى ملف أو بالعكس) فى أى من فرعى التوالى أو التوازى للدائرة الأصلية . وشكل (٥ / ٢٣) يبين بعض أمثلة لمرشحات ذات قطاعات مختلفة .

٥ / ٩ الصمامات :

الصمام الإلكترونى عبارة عن غلاف زجاجى (أو معدنى) مفرغ من الهواء ، ويحتوى على أقطاب كهربية . وأبسط تركيب للأقطاب يتكون من قطبين هما المهبط واللوح . ويمكن تقسيم المهبط تبعاً لتركيبه إلى مجموعتين هما :

(ا) مهبط تسخين مباشر حيث تنبعث الكهارب من الفتيلة مباشرة .

(ب) مهبط تسخين غير مباشر حيث تقوم الفتيلة بعملية التسخين فقط ، ومن ثم تسمى المسخن . وفى هذه الحالة تنبعث الكهارب من طبقة أوكسيدية موجودة حول الفتيلة . وتكوّن الكهارب السالبة المنبعثة من المهبط « شحنة فراغ Space Charge » حوله . وبتوصيل ضغط موجب إلى لوح الصمام تنجذب إليه الكهارب من شحنة الفراغ الموجودة حول المهبط . وبذلك يمر تيار كهارب داخل الصمام من المهبط إلى اللوح .

للتحكم فى مرور الكهارب من المهبط إلى اللوح ، يمكن تجهيز الصمام بشبكة أو أكثر . وتسمى الشبكة الأولى الشبكة الحاكمة . حيث تدخل الإشارة . والشبكة الثانية تسمى الشبكة الحاجبة ، لأنها تحجب اللوح من الشبكة الحاكمة فتحميها من تأثيره . وتسمى الشبكة الثالثة الكابتة ، لأنها تكبت الكهارب الثانوية الخارجة من اللوح . ويسمى الصمام ثنائى إذا كان له قطبان ، وثلاثى إذا كان له ثلاثة أقطاب ، وهكذا . انظر شكل (٥ / ٢٤) .

يمكن تغيير تيار اللوح فى الصمام الثلاثى بتوصيل ضغط متغير بين الشبكة والمهبط . وتحكم تصرف الصمام الثلاثى ثلاث كميات مميزة هى :

(ا) المقاومة الداخلية $م_د$

$$م_د = \frac{\triangle ض_ح}{\triangle ت_ح}$$ (عند ضغط شبكة ثابت) .

(ب) التوصيل المشترك أو الميل ص

$$ص = \frac{\triangle ت_{ح}}{\triangle ض_{ش}}$$ (عند ضغط لوح ثابت) .

(حـ) معـــامل التكبير μ

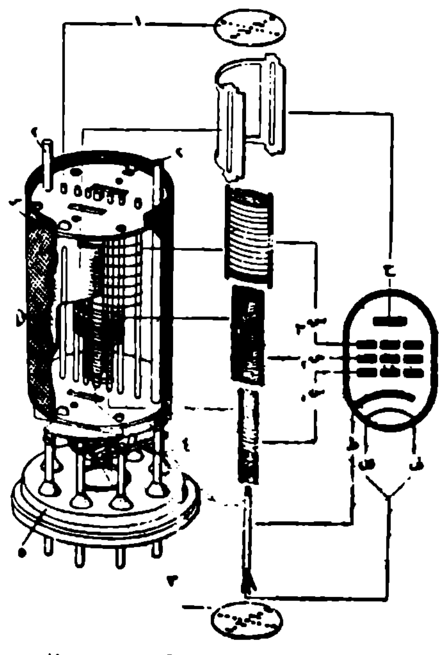
$$\mu = \frac{\triangle ض_{ح}}{\triangle ض_{ش}}$$ (عند تيار لوح ثابت)

حيث :

$\triangle ض_{ح}$ هو التغير فى ضغط اللوح .

$\triangle ت_{ح}$ هو التغير فى تيار اللوح .

$\triangle ض_{ش}$ هو التغير فى ضغط الشبكة .



ح = لوح
$س_{٣}$ = الشبكة الثالثة
$س_{٢}$ = الشبكة الثانية
$س_{١}$ = الشبكة الأولى (الشبكة الحاكمة)
ط = المهبط
ف = المسخن
$س_{.}$ = حاجز
١ = قرص ميكا
٢ = دعامتان
٣ = قرص ميكا
٤ = قطع لتوصيل الأقطاب بالمسامير
ه = قاعدة زجاجية بها المسامير

شكل(٥/٢٤) : رسم مبسط لتركيب الصمام الخماسى .

وتوجد بين هذه الكميات علاقة ثابتة تعرف باسم « قانون باركهاوزن » وهو : $\mu = م_د \times ص$.

المنحنيــات $ت_ح / ض_ش$ ، $ت_ح / ض_ح$ للصمام تبين العــلاقة بين تيار اللوح وضغط الشبكة ، وبين تيار اللوح وضغط اللوح . ولا يمكن استخدام المنحنيات المميزة بعد توصيل مقاومة الحمل $م_ح$ بــلوح الصمام الثلاثى . وفى هذه الحالة نستخدم المنحنيات الديناميكية ، التى ميلها $ص_د$. حيث :

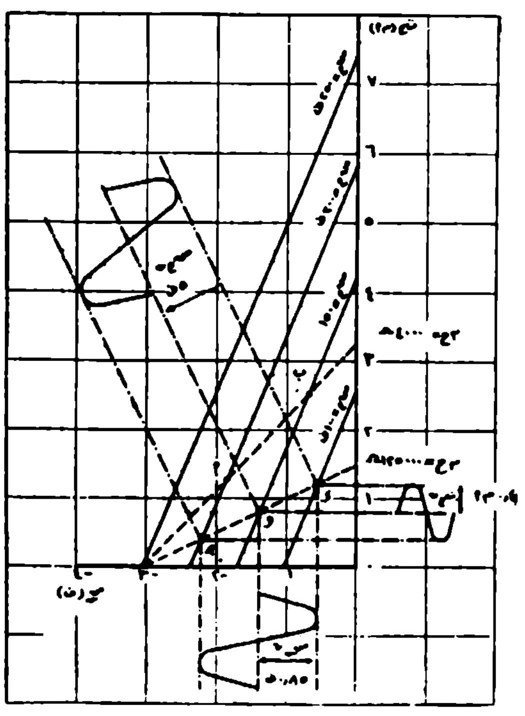
$$ص_د = ص \times \frac{م_د}{م_د + م_ح}$$

انظر شكل (٥ / ٢٥) .

تكبير الضغط المتغير هو أحد الاستخدامات للصمام الثلاثى . وفى هذه الحالة يكون التكبير :

$$ك = \frac{م_ح}{م_د + م_ح} \times \mu$$

فى حالة استخــدام الصمام الثلاثى كمكبر ، يمكن اعتباره مولد ذو ق . د . ك تــاوى $\mu \times ض_ش$ تتصل بهعلى التوالى المقاومة الداخلية $م_د$ ومقاومة الحمل الخارجية $م_ح$ ، كما هو مبين فى شكل (٥ / ٢٦) .



شكل (٥/٢٥) : منحنيات $ت_ح / ض_ش$ استاتيكية مثالية مع منحنيات $ت_ح / ض_ش$ ديناميكية تخص
$م_ح = ٤٠٠٠٠$ أوم ،
$م_ح = ١٢٥٠٠٠$ أوم

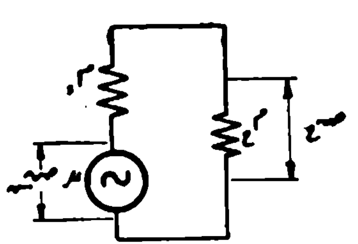
تتكون الأجهزة الإلكترونية أصلا من ثلاثة دوائر أساسية هى :

(أ) الموحـــد Rectifier أو

الكاشف Detector .

(ب) المكـــبر Amplifier .

(حـ) المذبذب Oscillator .



شكل (٥/٢٦) : دائرة تكافؤ صمام يعمل ككبر . فيمثل الصمام بمولد ضغط له ق د ك قيمتها μ ض ش ومقاومة داخلية قيمتها م١ وتتصل على التوالى بمقاومة الحمل مح .

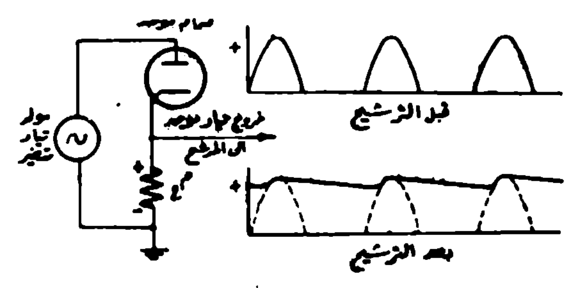
٥ / ١٠ الموحد والكاشف :

عمل الموحد عموماً هو أخذ دخول تيار متغير وتوليد خروج تيار مستمر ، أى تحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر .

وتوجد عادة مرشحات عند خروج الموحـــد لتنعيم أى تغيير فى خروج التيار المستمر .

شكل (٥ / ٢٧) يبين رسم مولد تيار متغير موصل على التوالى مع صمام موحد ومقاومة حمل . ويعمل الموحد كالآتى : عند نصف الدورة الموجب لضغط الدخول ، يصير لوح الصمام موجباً ، فيوصل الصمام ، ويسرى به تيار . ويكون اتجاه تيار الكهارب فى هذه الحالة داخل الصمام من المهبط إلى اللوح .

يمر تيار فى الصمام فقط طالما اللوح موجب بالنسبة للمهبط . ولا يمر تيار



شكل (٥/٢٧): رسم مولد تيار متغير موصل على التوالى مع صمام موحد ومقاومة حمل . ويظهر الشكل الموجى للتيار الموحد قبل وبعد الترشيح .

عند نصف الدورة السالب لضغط الدخول . وبذلك يكون خروج موحـــد نصف الموجة عبارة عن نبضات موجبة موحدة الاتجاه تفصلها عن بعضها مسافات . هذه المسافات الخالية هي أماكن أنصاف الدورات السالبة ، حيث لا يوجد خروج . وتقوم مرشحات التنعيم بملء المسافات الخالية بعد عملية الترشيح ، كما فى الشكل (٥ / ٢٧) .

فى حالة الكاشف تقوم المرشحات بعمل مخالف بعض الشيء . ولنأخذ مثلا كاشف الصورة . إشارة الدخول عبارة عن موجة حاملة ترددها عالى جداً ، وتحتوى على معلومات الصورة والتزامن . ومعلومات الصورة والتزامن تمثل تعديل تردده أقل بكثير من تردد الموجة الحاملة . وإشارة خروج كاشف الصورة هى نسخة موحدة لإشارة الدخول ، ما زالت تحتوى على تردد الموجة الحاملة وترددات التعديل . ولما كان دخول مكبر الصورة يحتاج فقط إلى ترددات التعديل ، فإن المرشح الموجود عند خروج الكاشف يقوم بعمل تمرير ترددات التعديل المطلوبة ورفض تردد الموجة الحاملة الغير مطلوب . فخروج الكاشف ليس ضغط مستمر صرف ، ولكنه يتغير بمعدل ترددات التعديل .

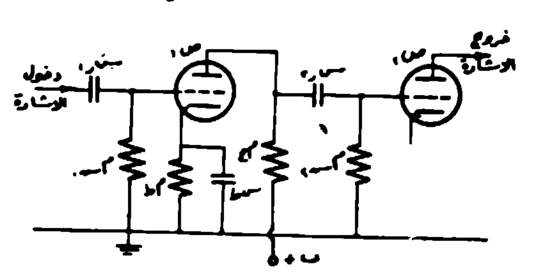
بمقارنة الموحد والكاشف نجد الآتى : ضغوط وتيارات التشغيل مرتفعة فى الموحد . مثال ذلك موحد القدرة وموحد الضغط العالى فى جهاز التليفزيون . أما الكاشف فيعمل باشارات ذات ضغوط وتيارات منخفضة ، مثال ذلك كاشف الصورة .

٥ / ١١ مكبر صمام ثلاثى :

شكل (٥ / ٢٨) به رسم لدائرة بسيطة لمكبر يستخدم صماماً ثلاثياً . ويوجد بدائرة الشبكة مكثف س ر ومقاومة م ش . ويسمى س ر مكثف ربط ، ويسمى م ش مقاومة الشبكة . ويقوم مكثف الربط بحجز التيار المستمر الموجود فى المرحلة السابقة من الوصول إلى دائرة الشبكة ، بينما يسمح

لمركّبة التيار المتغير للإشارة بالوصول إلى الشبكة . لأنه إذا وصل التيار المستمر إلى الشبكة ، يختل تشغيل المكبر . تكون مقاومة الشبكة ممر تفريغ لمكثف الربط ، وذلك لمنع الشحنات الغير مرغوب فيها من التراكم على مكثف الربط . لأن مثل هذه الشحنات قد تعوق عمل الصمام تحت ظروف إشارات عالية القمة . ولمقاومة الشبكة مهام أخرى سنذكرها فيما بعد .

سلامة تشغيل صمام المكبر تتطلب « انحياز Bias » شبكة سليم . والانحياز هو الضغط المسلط بين الشبكة والمهبط . واستقطاب هذا الضغط يجب أن يكون بحيث تكون الشبكة سالبة بالنسبة للمهبط . ويمكن أن يتم ذلك بتوصيل ضغط سالب للشبكة ، أو ضغط موجب للمهبط ، أو كلاهما . وفى الشكل (٥ / ٢٨) يتم الانحياز



شكل (٥ / ٢٨) : رسم لدائرة بسيطة لمكبر يستخدم صماماً ثلاثياً .

بتوصيل ضغط موجب للمهبط . ويتولد هـذا الضغط نتيجة مرور تيار المهبط فى مقاومة المهبط م ط . ويكون هبوط الضغط على م ط بحيث يصير المهبط موجب ، وهكذا يتم الانحياز . وفائدة « مكثف انحياز المهبط » س ط هو تمرير مركّبة التيار المتغير حتى لا تمر فى م ط ، وذلك للمحافظة على ثبات قيمة الانحياز سواء فى وجود أو غياب إشارة ت . غ .

يمكن تقسيم أنواع الانحياز إلى الآتى :

(ا) انحياز مهبط . ويسمى كذلك الانحياز الذاتى .

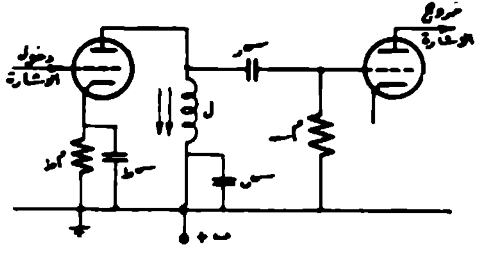
(ب) انحياز شبكة . ويسمى أيضاً انحياز « منضحة الشبكة Grid-leak »

(ح) انحياز ثابت . ويتم بتوصيل ضغط سالب ثابت من مصدر خارجى ، كبطارية مثلا ، إلى الشبكة .

وعموماً نحصل على الانحياز بطريقة أو أكثر من السابق ذكرها .

يجب وجود حمل فى دائرة اللوح لكى ينشأ ضغط خروج فى المكبر . والحمل الموجود عندنا فى الشكل (٥/٢٨) هو م ح وتسمى مقاومة الحمل . ونتيجة لوجود مقاومة الحمل هذه تظهر تغيرات فى ضغط اللوح عندما يحدث تغير فى تيار اللوح . وتمثل التغيرات فى ضغط اللوح الإشارة المكبرة .

لتشغيل المكبر ندخل إشارة دخول إلى شبكة الصمام لنحصل على إشارة خروج مكبرة عند لوح الصمام . وعموماً يوجد لاتساع إشارة الدخول أهمية فى سلامة التشغيل . فيجب ألا تكون إشارة الدخول صغيرة جداً أو كبيرة جداً . فإذا كانت صغيرة جداً ، لا تتحقق كلية مقدرة الصمام على التكبير . أما إذا كانت كبيرة جداً ، فيحتمل حدوث تشويه . وعموماً يمكن تطبيق القاعدة البسيطة الآتية : يجب ألا يزيد اتساع إشارة الدخول عن قيمة ضغط ت.س الانحياز .



شكل (٥/٢٩) : رسم يبين طريقة ربط المعاوقة .

يمكن تقسيم أنواع الربط بين المراحل المختلفة إلى ما يلى :

(ا) ربط م س . وقد تكلمنا عنه فيما سبق بالدائرة شكل (٥/٢٨) .

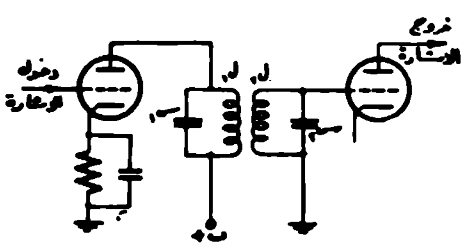
(ب) ربط معاوقة .

(حـ) ربط محول .

ربط المعاوقة مبين بالشكل (٥/٢٩) . والفرق بينه وبين ربط م س هو أنه يستخدم بدلا من م ح ملفاً منغماً . وهذا يعنى أن ملف حمل اللوح يمثل معاوقة لوح عالية لحزمة ترددات معينة فقط . وذلك بعكس ربط م س الذى ليس له أى تمييز ملحوظ للتردد . وفى حالة ربط المعاوقة نجد أن تأثير م ش كما لو كانت موصلة على التوازى مع الملف . وهذا يؤثر على الملف بأن يجعل

استجابة تردده اوسع . وكلما نقصت قيمة $م_{ش}$ ، كلما وسعت استجابة التردد للدائرة . وهذا الاتساع في عرض الحزمة يصحبه دائماً نقص في الكسب لا يمكن تفاديه .

شكل (٥ / ٣٠) به رسم لدائرة مكبر ربط محول . ولما كانت كل من دائرة الابتدائى ودائرة الثانوى يمكن تنغيمها فى حالة ربط المحول، فإن المقدرة على التحكم فى عرض حزمة ترددات الاستجابة للمكبر تكون أكثر . وميزة أخرى لربط المحول هى أنه يمكن تحقيق كسب أكبر مما يعطيه صمام التكبير نفسه .



شكل (٥ / ٣٠) : رسم لدائرة مكبر ربط محول .

٥ / ١٢ مكبر صمام خماسى :

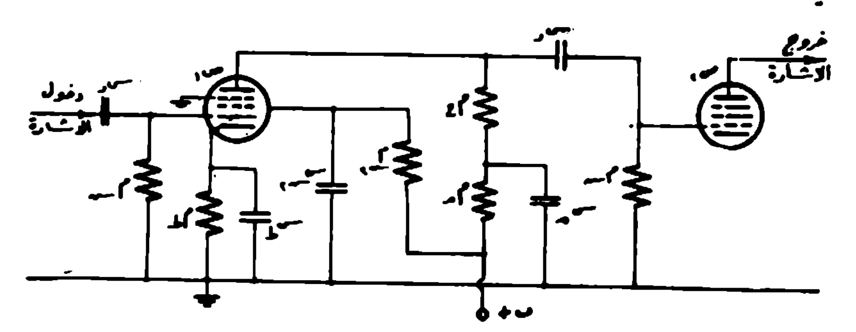
تكلمنا حتى الآن عن مكبر يستخدم صماماً ثلاثياً . ويوجد فى جهاز التليفزيون كثير من المكبرات التى تستخدم صماماً خماسياً ، مثل مكبرات ى . ن الصورة والصوت ومرحلة خروج الصوت ومرحلة الخروج الأفقى . ومكبرات الصمام الخماسى تشبه إلى حد ما ، من حيث الأساس ، مكبر الصمام الثلاثى ، ولكنها تمتاز عنها فى استخدامات معينة . وعموماً يمكن للصمام الخماسى أن يعطى كسباً أكثر من الصمام الثلاثى ، لأن السعة بين أقطابه قد تكون أقل ، وأن قيمة معامل تكبيره μ أكبر .

شكل (٥ / ٣١) به رسم لدائرة مكبر صمام خماسى . وفى محاولة لشرح طريقة عمله ، سنقدم فيما يلى ملخصاً لعمل كل قطعة موجودة بالدائرة المبينة بالشكل .

<u>مكثف الربط $س_{ر}$</u> :

نحتاج إلى هذا المكثف عامة لمنع الضغط المستمر للوح المرحلة السابقة من

الوصول إلى شبكة المرحلة التالية . وهذا المكثف يمنع التيار المستمر بينما يسمح بمرور إشارة التيار المتغير إلى شبكة الصمام التالى . وإذا لم نمنع التيار المستمر من الوصول إلى الشبكة ، فإن انحياز المكبر يتغير مما قد يؤدى إلى حدوث تشويه غير مستحب فى الإشارة .



شكل (٥ / ٣١) : رسم لدائرة مكبر يستخدم صماماً خماسياً .

مقاومة الشبكة $م_{ش}$:

يوجد لمقاومة الشبكة أكثر من عمل . فكما ذكرنا من قبل ، تقوم مقاومة الشبكة بعمل مسار تفريغ لمكثف الربط $س_{ر}$. فإذا وصلت إلى الشبكة إشارة ذات ضغط عالى القمة ، تسحب الشبكة عادة تياراً ، فيشحن المكثف $س_{ر}$. وفى حالة عدم وجود مقاومة شبكة ، قد تصل شحنة $س_{ر}$ إلى درجة كبيرة بحيث تجعل المكبر ينحاز إلى ما بعد القطع . وهذا التأثير يعرف باسم « المنع Blocking » لأنه يمنع المكبر من العمل .

تقوم مقاومة الشبكة بعمل آخر وهو إمداد مسار ضغط ت.س من الشبكة إلى المهبط . وبدون مسار ت.س هذا ، لا يمكن التحكم فى الانحياز بين الشبكة والمهبط . وعدم التحكم فى الانحياز يعنى أنه لا يمكنا تثبيت نقطة تشغيل المكبر .

يوجد عمل آخر لمقاومة الشبكة ، وهو انقاص التقاط دائرة الشبكة لإشارات دخيلة . فبدون مقاومة الشبكة تصير معاوقة الشبكة مرتفعة جداً . وهـــذا

يعرض الشبكة إلى التقاط ضغوط مختلف الإشارات الشاردة . فإشارات مثل الطنين والتزامن وضغوط المذبذب قد تولد تداخل يذكر ، نتيجة لالتقاط الشبكة لها . وعموماً تنحصر أهمية طنين ٥٠ ذ/ث فى المرحلة الأولى من مكبرات الكسب العالى . فمثلا إذا انقطعت مقاومة شبكة مكبر الضغط بمرحلة الصوت، قد يلتقط طنينا بدرجة محسوسة .

مقاومة انحياز المهبط $م_{ط}$:

كما يدل عليها اسمها تستخدم هذه المقاومة لتوليد الانحياز اللازم للمكبر عندما يمر تيار مهبط بها . ولذلك تكون لقيمة هذه المقاومة أهمية كبيرة فى تحديد نقط تشغيل المكبر .

مكثف انحياز المهبط $س_{ط}$:

عمل هذا المكثف هو المحافظة على انحياز المهبط عند قيمة ثابتة ، سواء فى وجود أو عدم وجود إشارة . وفى حالة عدم توصيل هذا المكثف ، أو عندما يكون مفتوحا ، نجد أن الانحياز يتغير مع الإشارة ، مما ينتج عنه فقد فى الخروج .

مقاومة هبوط الشبكة الحاجبة $م_{ش٢}$:

هذه المقاومة تقلل من الضغط الموجب (ب +) لوحدة التغذية حتى يصل إلى القيمة المطلوبة للشبكة الحاجبة .

مكثف تمرير الشبكة الحاجبة $س_{ش٢}$

دور هذا المكثف هو منع التغيرات فى ضغط الشبكة الحاجبة ، فى حالة وجود إشارة عليها . إذ أن مثل هذه التغيرات ينتج عنها « أضعاف توليد الشبكة الحاجبة ، Degeneration » مما يسبب فقد فى كسب المكبر . وعندما يكون هذا المكثف غير موجود أو مفتوح ، يقل كسب المكبر . كما أن مجموعة $م_{ش٢}$ ، $س_{ش٢}$ تقوم كذلك بعمل مرشح « فلك تقـارن

Decoupling ، وهذا يمنع الإشارات الموجودة على الشبكة الحاجبة من الوصول إلى مراحل أخرى عن طريق وحدة التغذية .

مقاومة حمل اللوح $م_{ع}$:

نحتاج إلى هذه المقاومة لتوليد إشارة الخروج المكبرة . فبسبب هــذه المقاومة ينتج عن التغيرات فى تيار اللوح ظهور تغيرات فى ضغط اللوح . وتمثل التغيرات فى ضغط اللوح الإشارة المكبرة .

مرشح فك تقارن اللوح $م_{م}$ $س_{م}$:

الغرض من مجموعة المقاومة والمكثف هو منع أى إشاراة لوح من الوصول إلى وحدة التغذية . لأنه إذا حدث ذلك ، قد تصل إشارات اللوح إلى مرحلة أخرى وتسبب تذبذبات غير مرغوب فيها . ومكثف فك التقار $س_{م}$ عبارة عن توصيلة أرض بالنسبة للتيار المتغير فيما يختص بالإشارة . فإذا لم يوجد هذا المكثف أو كان مفتوحاً ، تصبح مقاومة فك التقارن $م_{م}$ جزءاً من حمل اللوح ، مما قد يؤدى إلى تغيير كسب المكبر .

٥ / ١٣ المكبرات متسعة الحزمة Wide band amplifiers :

نعرف أن الصمام الإلكترونى يمكن أن يستخدم كمكبر ، وذلك بأن نترك تيار الكهارب يمر فى مقاومة الحمل أو الإعاقة الموصلة بين لوح الصمام ومصدر الضغط . ويتناسب الهبوط فى الضغط الحادث على تلك المقاومة أو الإعاقة ، فى أى لحظة ، مع شدة مرور تيار الكهارب المار بها . ومن ثم يتناسب بدوره مع ضغط التحكم الموصل إلى الشبكة .

وتتميز مراحل التكبير بمقدار ما تعطيه من تكبير ، وكذلك بمقدار عرض حزمة الترددات المكبرة . فمثلا يوجد مكبر ذبذبات صوتيه مطلوب منه التكبير فى حدود الترددات الصوتية ، أى حتى حوالى ٢٠ كيلو ذ / ث ، ثم يهبط التكبير بسرعة . ويوجد كذلك مكبر اختيارى ، تكون فيه الإعاقة

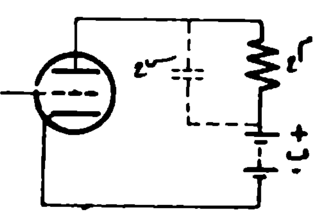
المتصلة بلوح الصمام عبارة عن دائرة رنين ، ويكبر مدى ترددات محدود عند تردد الرنين ، ويتأثر مقدار التكبير وعرض الحزمة بقيمة Q لدائرة الرنين ، كما درسنا من قبل فى دوائر الرنين .

تفرض علينا طبيعة جهاز التليفزيون نوع آخر من المكبرات يسمى مكبرات ذات حزمة ترددات واسعة أو مكبرات متسعة الحزمة ، لها المقدرة على تكبير الإشارة المرئية بانتظام حتى ٥ ميجاذ / ث . ولكن يقف عقبة فى سبيل تكبير منتظم على مدى تردد واسع كهذا ما يسمى « السعة الشاردة Stray Capacitance » . فمن الناحية العملية توجد فعلا سعة شاردة بين جميع « القطع Components » والتوصيلات وبينها وبين الشاسيه . وتزيد السعة الشاردة للقطع كلما كبر حجمها ، وكلما قربت من بعضها البعض ، وأساساً كلما قربت من الشاسيه .

وتفصح السعة الشاردة عن نفسها بشكل واضح عند مقاومة الحمل المتصلة بلوح الصمام ، كما لو كانت مركزة هناك . انظر شكل (٥ / ٣٢) . ويظهر تأثيرها كسعة صغيرة $س_ح$ متصلة على التوازى مع مقاومة الحمل $م_ح$. نتيجة لهذا يمر جزء تيار اللوح فى $س_ح$ بدلا من $م_ح$ ، فيقل التيار المار فى $م_ح$ ، وذلك يقلل من التكبير ، لأن التكبير يتناسب مع التيار المار فى مقاومة الحمل . ونعرف أنه كلما زاد التردد، تقل ممانعة السعة الشاردة $س_ح$ ، فيزيد التيار المار بها ، ويقل التيار المار فى مقاومة الحمل ، فينقص التكبير حتى نصف القدرة . وهذا يحد من تكبير الترددات المرتفعة ، فيقلل من عرض الحزمـــة .

يمكن توسيع حزمة الترددات بانقاص مقاومة الحمل $م_ح$ ، من مئات كيلو أوم مثلا إلى عدة كيلو أوم . وبهذا لا يظهر تأثير السعة الشاردة $س_ح$ إلا عند تردد مرتفع جداً ، لأن قيمة ممانعة $س_ح$ لا تقرب من قيمة $م_ح$ الجديدة — الصغيرة نسبياً — إلا عند هذا التردد المرتفع جداً . وبذلك نحصل

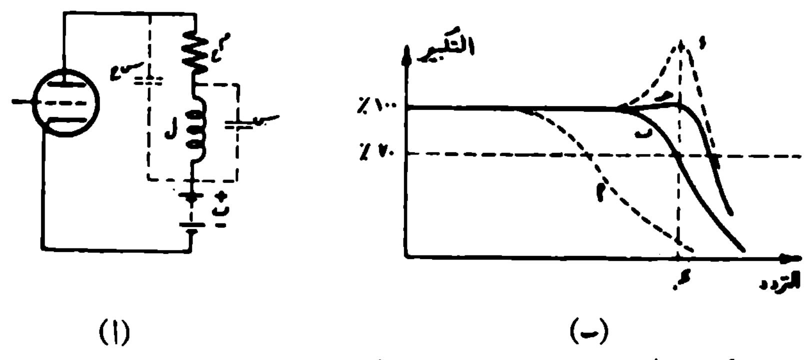
على مكبر متسع الحزمة . ولكن كلما نقصت قيمة $م_ح$ ، يزيد عرض الحزمة وينقص التكبير . وهذا التناقض بين قيمة التكبير ومقدار عرض الحزمة ، يضع كثيراً من مصممى المكبرات أمام حيرة من الأمر .



شكل (٥/٣٢) : تظهر السعة الشاردة (س ح) بوضوح على مقاومة الحمل (م ح) كما لو كانت مركزة هناك .

تكلمنا عن هبوط التكبير عند الترددات العالية ، ويوجد أيضاً هبوط فى التكبير عند الترددات المنخفضة (عند حوالى ٣٠ ذ/ث) ، وذلك ناشىء عن وجود مكثف الربط . فكثف الربط يوصل الإشارة إلى شبكة الصمام . وعند الترددات المنخفضة تزيد ممانعة مكثف الربط فى طريق الإشارة فيقل التكبير . وعند الترددات المرتفعة تقل ممانعة مكثف الربط فلا تلاقى الإشارة أى مقاومة ويزيد التكبير .

لتوسيع مدى الترددات مع المحافظة على مستوى التكبير ، يمكن توصيل ملف على التوالى مع مقاومة الحمل ، كما فى شكل (٥ / ٣٣) . ينتج عن ذلك أن تزيد إعاقة الحمل كلما ارتفع التردد ، ويزيد التكبير تبعاً لذلك . وبهذا



شكل (٥ / ٣٣) : طريقة لتوسيع مدى الترددات مع المحافظة على مستوى التكبير

(أ) دائرة مبسطة : س ح = سعة شاردة ، ل = ملف تصحيح ، س = سعة تضاف لتحسين منحنى الاستجابة

(ب) منحنى استجابة ذ.ر : ذ ر = تردد رنين دائرة ل س ، أ = بدون ملف التصحيح ، ب = باستخدام ملف التصحيح ، حـ = باستخدام ملف التصحيح وسعة التوازى (س) ، د = مثل حـ فى حالة كبت غير كاف .

يمكن معادلة تأثير السعة الشاردة $س_ح$ فتتسع حزمة الترددات ، كما هو ظاهر من المنحنى ب شكل (٥ / ٣٣) . ويمكن زيادة التأثير المعادل للملف بتوصيل سعة صغيرة س على التوازى مع الملف ، تكوّن معه دائرة رنين لها تردد رنين $ى_ر$ قريب من تردد القطع . وبذلك تزيد الإعاقة عند هذا التردد ($ى_ر$) فيرتفع منحنى الاستجابة . وبالاختيار الصحيح لقيمة ل و س مع قيمة كبت مضبوطة ، نحصل على المنحنى جـ فى الشكل (٥/٣٣) . أما إذا لم يكن الكبت كافى ، يرتفع منحنى الاستجابة عند تردد الرنين كثيراً بدرجة تحدث تشوهاً غير مرغوب فيه .

٥ / ١٤ المذبذبات :

عمل المذبذب عموماً هو تغيير الضغط المستمر من وحدة القدرة إلى ضغط متغير . والمذبذب يشبه المكبر بعض الشيء ، فيما عدا أن المكبر يحتاج إلى إشارة دخول من مصدر خارجي ، بينما يغذى المذبذب نفسه من نفسه . إذ يأخذ المذبذب جزءاً من الخروج بدائرة اللوح ويعمل له « تغذية خلفية Feed back » إلى دخول دائرة الشبكة . فالمذبذب عبارة عن مولد ت . غ ذاتى ، لا يحتاج إلى إشارة تشغيل خارجية . ويوصف المذبذب فى بعض الأحيان بأنه « مكبر ذيله فى فمه » .

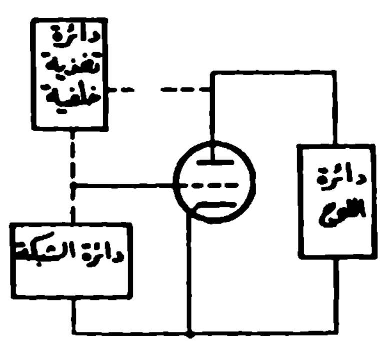
الشكل الموجى لخروج المذبذب يميزه . فالمذبذب عادة له المقدرة على توليد خروج نوع واحد فقط من الأشكال الموجيّة . ويحدد هذا الشكل الموجى إلى حد ما دوائر الشبكة واللوح ، وظروف تشغيل الصمام . أما بالنسبة للمكبر فيمكننا تسليط أى شكل موجى عند الدخول ، فيظهر عند الخروج شكل موجى مشابه مكبر .

شكل (٥/٣٤) به رسم مبسط لدائرة مذبذب يحتوى على الأجزاء التالية :

— صمام تكبير ، سواء ثلاثى أو خماسى .

– دائرة تحديد التردد . ويمكن أن تكون جزءاً من دوائر اللوح أو الشبكة أو كليهما .

– دائرة تغذية خلفية . وتقوم بتغذية جزء من الخروج خلفياً إلى الشبكة .



شكل (٥ / ٣٤) : رسم مربعات لدائرة مذبذب يحتوى على صمام تكبير ، ودائرة تحديد التردد ، ودائرة تغذية خلفية .

ويجب أن تتوفر فى التغذية الخلفية الشروط الآتية :

– أن يتحد ضغط التغذية الخلفية فى الوجه مع الضغط الأصلى للشبكة لكى يساعده .

– أن يكون مقدار التغذية الخلفية كافى للتغلب على كل أنواع الفقد فى دائرة المذبذب .

فى أغلب أجهزة التليفزيون يوجد نوعان عامان من المذبذبات وهما :

– نوع يستخدم فى مذبذب ذ.ر المحلى . وهو مذبذب موجة جيبية تردده عالى جداً ، يحدد تردد تشغيله دائرة رنين ل س .

– نوع يستخدم فى دوائر الانحراف لتوليد الانحراف الأفقى والرأسى . وتحت هذا النوع نجد « المذبذب المانع Blocking Oscillator » و « المذبذب المتعدد Multivibrator » ، وسنتكلم عنهما فيما يلى .

٥ / ١٥ المذبذب المانع Blocking Oscillator :

المذبذب المانع هو أحد الوسائل المستخدمة لتوليد النبضات . وتوجد دائرة مبسطة له فى شكل (٥ / ٣٥) . وطريقة عمله كالآتى :

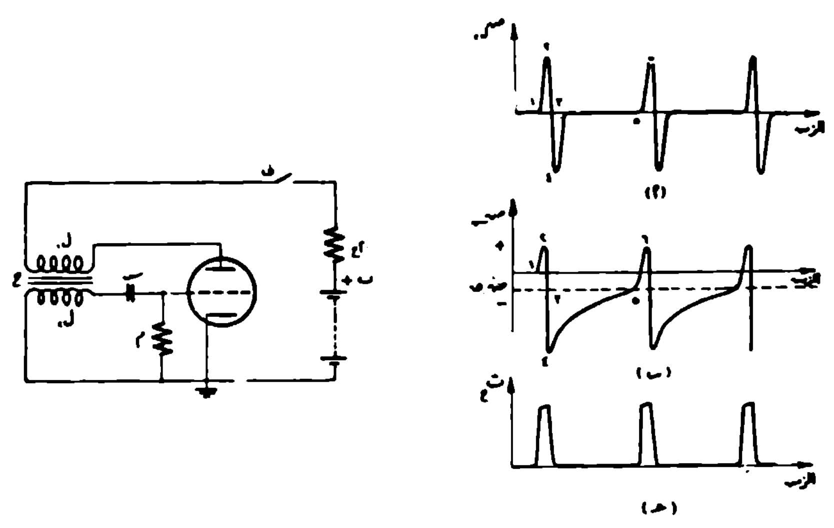
(ا) عند قفل المفتاح ف توصل الدائرة ، فيبدأ سريان تيار اللوح ويستمر فى الزيادة . يمر تيار اللوح فى الملف الابتدائى $ل_١$ للمحول ح ، فيولد بالتأثير ضغطاً فى الملف الثانوى $ل_٢$ يتزايد كذلك .

ويوصل الضغط المتزايد فى $ل_٢$ إلى شبكة الصمام عن طريق المكثف س بحيث يجعل جهد الشبكة موجباً . ينتج عن الضغط الموجب المتزايد للشبكة أن تزيد شدة مرور تيار اللوح . وتزايد شدة تيار اللوح فى $ل_١$ يولد بدوره ضغطاً أكبر فى $ل_٢$ ، وبذلك يزيد الضغط الموجب للشبكة ، فيسبب زيادة تيار اللوح أكثر ، وهكذا . هذه العملية المتراكمة تتم فى وقت قصير جداً من ١ إلى ٢ شكل (٥ / ١٣٥) بدرجة أنه يمكن اعتبار الزيادة فى تيار اللوح وفى ضغط الشبكة الموجب قفزاً أكثر منه زيادة تدريجية .

(ب) اكتساب الشبكة لضغط موجب مفاجئ يجعل عدداً كبيراً من الكهارب السالبة تتجمع عليها . هذا العدد من الكهارب كبير جداً بدرجة أنه لا يتسرب منه إلى الأرض إلا عدد قليل عن طريق م مقاومة « مسرب الشبكة Grid leak » . ينتج عن ذلك أن يهبط الضغط الموجب للشبكة بسرعة إلى أن يصل إلى ضغط القطع (ض ق Vco) السالب عند ٣ ثم يستمر فى الهبوط إلى ما بعد ذلك ، كما فى الشكل (٥ / ٣٥ ب) .

(حـ) يساعد المحول على هبوط الضغط كالآتى : فى اللحظة التى يبدأ عندها ضغط الشبكة فى الهبوط من أقصى قيمة موجبة له (النقطة ٢ على الشكل) ، يبدأ تيار اللوح المار فى $ل_١$ فى النقصان ؛ فيتقلص المجال المغناطيسى حوله . ونتيجة لتقلص المجال المغناطيسى يتولد فى ل ٢ ضغط له استقطاب معاكس للضغط المتولد فيه من قبل عند تمدد المجال أثناء زيادة التيار . وهذا يساعد على زيادة الضغط السالب على الشبكة ، مما يسبب سرعة اضمحلال تيار اللوح . وتصل القيمة النهائية للضغط السالب للشبكة إلى أبعد من ضغط القطع ٣ ، إذ تصل إلى النقطة ٤ كما فى الشكل (٥ / ٣٥ ب) . ويتم هبوط الضغط فى الفترة من ٢ إلى ٤ .

(د) عند النقطة ٤ تبدأ شحنة الكهارب السالبة المتراكمة على الشبكة تتسرب خلال مقاومة مسرب الشبكة م . ويستمر تسرب الشحنة السالبة إلى أن يصل ضغط الشبكة فى الفترة ٤ — ٥ إلى ضغط القطع



شكل (٥ / ٣٥) : دائرة مبسطة للمذبذب المانع ، وطريقة عمله موضحة بالمنحنيات
(أ) منحنى ضل $_{م}$ / الزمن ، (ب) منحنى ضش / الزمن ، (ح) منحنى ت $_{ح}$ / الزمن

ويتعداه ، وهنا يبدأ مرور التيار فى الصمام . وبذلك تبدأ من جديد العملية المتراكمة السابق شرحها ، لتتم دورة كاملة كالسابقة ، وتعيد نفسها مرة بعد مرة ، وتتكرر باستمرار . والفترة ٤ — ٥ تعتمد على قيمة كل من م و س ، أو بمعنى آخر على ثابت الزمن م س .

تتكرر الدورات الكاملة بانتظام دون حاجة إلى مساعدة خارجية. فنحصل على نبضات من تيار اللوح ، كما فى شكل (٥ / ٣٥ ج) . وتعتمد الفترة من نبضة إلى التى تليها أساساً على ثابت الزمن م س . ويمكن التحكم فى الفترة بين نبضتين متتاليتين بتغيير قيمة م .

النبضات المتولدة لا تعتمد على تردد أساسى . ولو أن دائرة الاسترجاع عادة تتذبذب وتولد موجة جيبية ، ترددها هو تردد رنين المحول الطبيعى ، الذى يعتمد على المحاثة والسعة الشاردة . ولكن قيمة Q للمحول منخفضة ، وثابت الزمن م س كبير ، بدرجة تسمح « لانحياز الشبكة Grid bias » السالب من منع مرور التيار بالصمام لفترة ، ومن هنا جاء اسم المذبذب المانع .

إذا قامت نبضة كالمبينة بشكل (٥ / ٣٦) برفع ضغط الشبكة إلى ضغط القطع قبل الوقت الذى يسمح به ثابت زمن م س ، يتغير زمن التذبذب . وعليه إذا وصلنا مجموعة نبضات إلى شبكة المذبذب المانع ، وكان تردد تلك النبضات أعلى قليلا من التردد الطبيعى للمذبذب ، نجد أن المذبذب يجبر على مسايرة نفس تردد النبضات . ولهذا يمكن الاستفادة بالمذبذب فى توليد نبضات تساير نبضات أخرى موجودة ، ولكن تختلف عنهـا فى الشكل .

نبضة تزامن

تذبذب مجبر بالتزامن

تذبذب طبيعى

شكل (٥/٣٦) : نبضة التزامن الخارجية تجبر المذبذب على مسايرة نفس ترددها ، وبذلك تحول عملية الاسترخاء من حالة شبه استقرار إلى حالة استقرار

ما يحدث فى دائرة المذبذب المانع يطلق عليه اسم « استرخاء دورى Periodic Relaxation » . وتنقسم الدورة الكاملة للمذبذب إلى فترة عدم استقرار ، وهى حالة التذبذب (من ١ إلى ٤ شكل ٥ / ٣٥) . وفترة شبه استقرار ، وهى حالة الاسترخاء التى يتم فيها التفريغ الطبيعى للشحنة السالبة (من ٤ إلى ٥) . ويمكن تحويل عملية الاسترخاء من حالة شبه استقرار إلى حالة استقرار ، عندما يوصل إلى الدائرة نبضات من الخارج تجبر المذبذب على مسايرة نفس تردد النبضات ، كما فى الشكل (٥ / ٣٦) . وبالإضافة إلى المذبذب المانع توجد مجموعة أخرى من « مذبذبات الاسترخاء Relaxation

Oscillators » . وفى مجموعة مذبذبات الاسترخاء يوجد مذبذب آخر اسمه « مذبذب متعدد Multivibrator » .

٥ / ١٦ المذبذب المتعدد

يوجد نوعان للمذبذب المتعدد وهما :

(ا) نوع ربط اللوح بالشبكة .

(ب) نوع ربط المهبط .

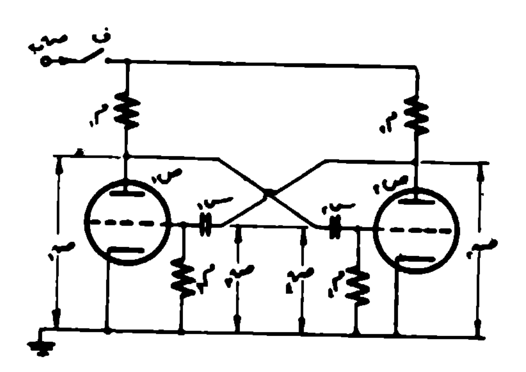
(ا) نوع ربط اللوح بالشبكة :

الدائرة الأساسية للمذبذب المتعدد نوع ربط اللوح بالشبكة مبينة بشكل (٥ / ٣٧) . وهى مكونة من صمامين كل منهما يغذى الآخر تغذية عكسية . فالتغيرات التى تحدث فى ضغط لوح الصمام ص١ ينقلها المكثف س٢ إلى شبكة الصمام ص٢ ، حيث تكبر وتظهر على لوح ص٢ بوجه معاكس . ثم ترجع إلى شبكة ص١ عن طريق س١ . وبهذا تتم التغذية العكسية للصمام ص١ . وبالمثل تتم التغذية العكسية للصمام ص٢ عن طريق س١ ثم ص١ ثم س٢ .

وطريقة عمل المذبذب المتعدد تتم كالآتى : عند قفل المفتاح ف شكل (٥ / ٣٧) يوصل الضغط ضب للألواح ، ويندفع تيار اللوح والشبكة فى كلا الصمامين . ولكن نتيجة لتأثير التغذية الخلفية القوى ، تصير كل من شبكتى الصمامين فى الحال سالبة أكثر بكثير من جهد القطع ، فيتوقف تيار الكهارب فى كل من الصمامين . ثم يبدأ ببطء تفريغ الشحنة السالبة الموجودة على الشبكتين ، أو بمعنى آخر تفريغ المكثفين س١ و س٢ . وعادة مهما تشابهت دائرة الصمامين ، فان شبكة إحدى الصمامين تصل إلى جهد القطع قبل الأخرى ، ويبدأ سريان تيار فى صمام دون الآخر .

لنفرض أن التيار بدأ يسرى فى ص١ دون ص٢ . فعندما يزيد تيار اللوح المار فى م١ يحدث هبوط فى الضغط عليها ، فيقل ضغط اللوح ص

[$ض_1$ = $ض_ب$ − (ت × $م_1$)] عما كان عليه فى حالة القطع . هذا التغير فى الضغط ينتقل بواسطة $س_2$ على هيئة ضغط سالب إلى شبكة $ص_2$ ، فيجعلها أكثر سالبية ويمنعها من الوصول إلى ضغط القطع التى تكون قد قاربت عليه . وبذلك يمنع مرور التيار ويظل $ص_2$ غير موصل .



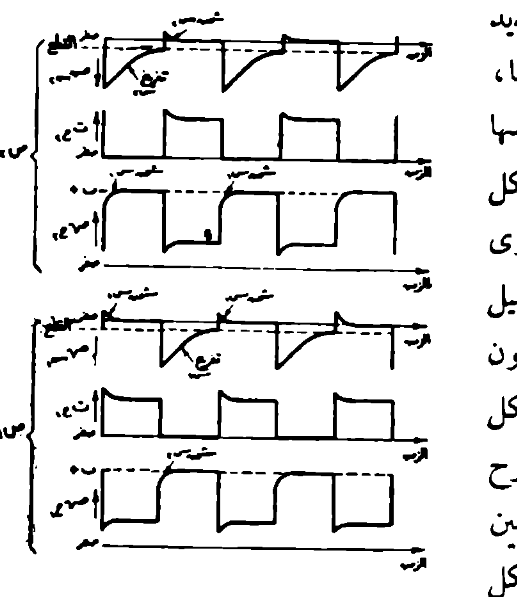
شكل (٥/٣٧) : دائرة أساسية للمذبذب المتعدد نوع ربط اللوح بالشبكة .

يستمر تيار لوح $ص_1$ فى الزيادة السريعة، فيستمر ض فى النقصان ، وينتقل التغير فى الضغط بواسطة $س_2$ ليجعل $ض_2$ أكثر سالبية . وعندما يصل تيار لوح $ص_1$ إلى نهايته العظمى، يثبت على حالته ، وتبعاً لذلك يثبت $ض_1$ ، فيتوقف نقل ضغط سالب إلى شبكة $ص_2$ عن طريق $س_2$. يظل هذا الوضع على ما هو عليه لفترة تتاح خلالها الفرصة للشحنة السالبة على شبكة $ص_2$ أن تتسرب إلى أن تصل قيمة $ض_2$ إلى ضغط القطع فيبدأ $ص_2$ فى التوصيل . هذه الفترة تعتمد على ثابت الزمن $م_2$ $س_2$.

عند ذلك يبدأ سريان تيار لوح $ص_2$ ، فيقل الضغط $ض_2$. هذا التغير فى الضغط ينقل بواسطة $س_1$ على هيئة ضغط سالب إلى شبكة $ص_1$. تبعاً لذلك يضعف تيار لوح $ص_1$ ، فيرتفع ضغط اللوح $ض_1$. هذا التغير فى الضغط ينقل بواسطة $س_2$ على هيئة ضغط موجب إلى شبكة $ص_2$ فيجعلها موجبة . نتيجة لهذا يزيد تيار لوح $ص_2$ سريعاً ويقل ضغط اللوح $ض_2$. وزيادة هبوط ضغط $ض_2$ ينقل بواسطة $س_1$ إلى شبكة $ص_1$ ليزيد من حدة سالبيتها . وأخيراً تكون نتيجة ذلك أن يصل تيار لوح $ص_2$ إلى نهايته العظمى ،

ويتولد على شبكة ص$_1$ ضغط شديد السالبية ، بينما يكون تيار لوح ص$_1$ قد توقف كلية عن السريان .

وهكذا تبدأ من جديد العملية المتراكمة السابق شرحها، لتتم دورة كاملة وتعيد نفسها مرة بعد أخرى ، كما فى شكل (٥/٣٨) . والتغير الدورى للصمامين بين حالات التوصيل والقطع تتكرر باستمرار دون توقف . وظاهر من شكل (٥ / ٣٨) أن تيار اللوح وضغط اللوح لكل من الصمامين عبارة عن نبضات ذات شكل موجى مربع . وتردد النبضات يعتمد على الوقت اللازم لتفريغ شحنة شبكتى الصمامين ، وهذا بدوره يعتمد على ثابت الزمن م$_3$ س$_1$ و م$_4$ س$_2$. ويمكن تغيير التردد بتغيير قيمة م$_3$ وم$_4$. وعندما يتساوى زمن التفريغ لكل من الصمامين ، تتساوى فترات القطع والتوصيل ؛ وتشغل النبضة الواحدة فترة نصف دورة كاملة .

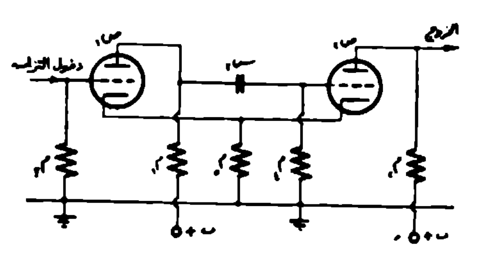


شكل (٥/٣٨) : الأشكال الموجية لضغط الشبكة وضغط وتيار اللوح للمذبذب المتعدد شكل (٥/٣٧) .

إذا وصلنا مجموعة نبضات إلى شبكة أحد الصمامين ، وكان تردد تلك النبضات أعلى قليلا من التردد الطبيعى للمذبذب ، نجد أن المذبذب يجبر على مسايرة نفس تردد النبضات ، كما فى حالة المذبذب المانع . وعادة يستخدم فى جهاز التليفزيون المذبذب المتعدد فى دائرة الانحراف الأفقى ، بينما يستخدم المذبذب المانع فى دائرة الانحراف الرأسى .

(ب) نوع ربط المهبط :

شكل (٥ / ٣٩) يبين الدائرة الأساسية لمذبذب متعدد نوع ربط المهبط . وطالما أن هذا المذبذب من ضمن مجموعة مذبذبات الاسترخاء السابق شرحها ، فسنكتفى بشرح مقتضب لعمل الدائرة كالآتى . تتم التغذية الخلفية من ص$_{٢}$ إلى ص$_{١}$ عن طريق مقاومة المهبط المشتركة م$_{٥}$. ويؤثر ص$_{١}$ على ص$_{٢}$ بواسطة م$_{٤}$ س$_{٢}$ كالمعتاد . ومن ثم يصل الصمام ص$_{٢}$ لحالة القطع نتيجة لهبوط ضغط لوح ص$_{١}$ الذى ينتقل بواسطة س$_{٢}$ على هيئة ضغط سالب إلى شبكة ص$_{٢}$ ، كما شرحنا فى حالة ربط اللوح بالشبكة . ويصل الصمام ص$_{١}$ لحالة القطع نتيجة لهبوط الضغط على مقاومة المهبط المشتركة م$_{٥}$ عندما يمر تيار فى ص$_{٢}$ لأن تيار اللوح لكل من الصمامين يمر فى م$_{٥}$. ولا يصل ص$_{٢}$ لحالة القطع عند زيادة هبوط الضغط على م$_{٥}$ لأنه فى ذلك الوقت تكون شبكة ص$_{٢}$ موجبة نتيجة لانخفاض تيار لوح ص$_{١}$. ويتبادل الصمامان على التوالى بصفة دورية حالات القطع والتوصيل .



شكل (٥ / ٣٩) : دائرة أساسية للمذبذب المتعدد نوع ربط المهبط .

والمذبذب المتعدد له استخدامات كثيرة بفضل أنه دائرة مدمجة واقتصادية تسهل مزامنتها وبمكنها توليد أشكال موجية مفيدة . فمثلا يستخدم كمذبذب صوتى وكمجزئ تردد وكمولد موجة أسنان المنشار وكمفتاح إلكترونى وكمولد موجة مربعة .

ملخص (٥)

١ – ينقسم جهاز التليفزيون إلى الأقسام الرئيسية الآتية : قسم الصوت ، قسم الصورة ، قسم الانحراف .

٢ – المراحل الأساسية لجهاز التليفزيون هى : الهوائى وخط التغذية ، منتخب القنوات ، مكبر ى.ن الصورة ، كاشف الصورة ، مكبر الصورة ، مرجع التيار المستمر ، دائرة الشاشة ، ى.ن الصوت ، كاشف الصوت ، مكبر ترددات الصوت ، دائرة السماعة ، ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك أ) ، فاصل التزامن ، دائرة التكامل ، مولد الانحراف الرأسى ، مكبر الانحراف الرأسى ، ضابط التردد الأوتوماتيكى (ض ى أ) ، مولد الانحراف الأفقى ، مكبر الانحراف الأفقى ، دائرة ملفات الانحراف ، وحدة الضغط العالى ، الكابت ، وحدة الضغط المنخفض .

٣ – الموجة الجيبية هى أكثر الأشكال الموجيّة شيوعاً ، وهى تتذبذب بانتظام حول محورها بطريقة دورية . وتوجد أشكال موجية مختلفة مثل الموجة المربعة وموجة أسنان المنشار . ويمكن تحليل الأشكال الموجية المختلفة إلى موجة جيبية أساسية لها نفس التردد بالإضافة إلى توافقاتها .

٤ – التردد هو عدد الذبذبات الكاملة التى يتمها الضغط أو التيار فى الثانية ، وتقاس بالوحدات ذ / ث ، ك ذ / ث ، ميجاذ / ث .

٥ – يوجد للملف تأثير ذاتى وشكل تأهيل ($Q = \frac{ع_ل}{م}$) . يتكون المحول من ازدواج ملفين ، وينقل الطاقة الكهربية من دائرة إلى أخرى دون اتصال مباشر . ويستخدم المحول فى رفع الضغط أو خفضه ، وكذلك فى توفيق الإعاقة .

٦ – مقاومة المكثف للتيار المتغير تسمى الممانعة السعوية ، وتتناسب عكسياً مع كل من التردد والسعة .

٧ – من أهم استخدامات المكثفات ، وكذلك الملفات ، هو الاستفادة بها في الدائرة التي تنتفع بالوقت اللازم للضغط أو التيار ليصل إلى قيمة معينة .

٨ – تردد الرنين ور = $\frac{١٠^{٦}}{٦,٢٨ \sqrt{ل س}}$ حيث ور = التردد ك ذ / ث ،

ل = الحاثة « هنري ، س = السعة « « فاراد .

٩ – عرض الحزمة هو مدى الترددات المحصور بين نقطتي نصف القدرة العليا والسفلى على منحنى الاستجابة للدائرة .

١٠ – يستخدم التنغيم الخلافي بغرض الحصول على حزمة ترددات واسعة .

١١ – مصايد الموجات تخمد مدى ضيق من الترددات . أما المرشحات فتستخدم لتمرر أو لتمنع مرور ترددات أعلى من أو أقل من تردد حرج مطلوب . وتقسم من حيث عملها إلى أربعة أنواع أساسية . كما أن لها قطاعات مختلفة .

١٢ – تتكون الأجهزة الإلكترونية أصلا من ثلاثة دوائر أساسة هي :

(ا) الموحد أو الكاشف .

(ب) المكبر .

(حـ) المذبذب .

١٣ – أنواع الانحياز هي :

(ا) انحياز مهبط .

(ب) انحياز شبكة .

(حـ) انحياز ثابت .

١٤ ـ أنواع الربط بين المراحل هى :

(ا) ربط م س .

(ب) ربط معاوقة .

(ح) ربط محول .

١٥ ـ يستفاد من التغذية الخلفية فى المذبذبات ، ويجب أن تتوفر فى التغذية الخلفية الشروط الآتية :

(ا) يتحد ضغط التغذية الخلفية فى الوجه مع الضغط الأصلى للشبكة .

(ب) يكون مقدار التغذية الخلفية كافى للتغلب على الفقد فى دائرة المذبذب .

١٦ ـ فى أغلب أجهزة التليفزيون يوجد نوعان عامان من المذبذبات هما :

(ا) مذبذب ى.ر المحلى ، وهو مذبذب موجة جيبية تردده عالى جداً ، ويحدد تردد تشغيله دائرة رنين ل س .

(ب) مذبذبات دوائر الانحراف الأفقى والرأسى . وتحت هذا النوع نجد المذبذب المانع والمذبذب المتعدد .

أسئلة (٥)

١ ـ ما هى الأقسام الرئيسية لجهاز تليفزيون وما عمل كل منها ؟

٢ ـ ارسم دائرة مربعات لجهاز تليفزيون مبيناً عليها المراحل المختلفة .

٣ ـ عرّف كل من التيار المستمر والتيار المتغير ؟

٤ ـ إذا كانت إعاقة منبع ٥٠٠ أوم ، وإعاقة الحمل ٥ أوم، فما نسبة عدد لفات الابتدائى إلى عدد لفات الثانوى لمحول توفيق يستخدم لتوفيق المنبع مع الحمل ؟

٥ — اذكر ما تعرفه عن ثابت الوقت ، واشرح أحـد الاستخدامات العملية له .

٦ — ما هو تردد رنين دائرة توالى مكونة من ملف محاثته ٢ ميكرو هنرى ومكثف سعته ١٨ ميكرو فاراد ؟

٧ — تكلم عن خاصية الاختيارية لدائرة الرنين ، وعلاقات ذلك بمقدار عرض الحزمة .

٨ — يحدث ، خاصة عند الترددات العالية ، ربط غير مرغوب فيه بين دائرتين مختلفتين بواسطة خطوط قوى مغناطيسية شاردة أو بواسطة سعة شاردة . اشرح بالرسم كيف يمكن التغلب على ذلك باستخدام حواجز معدنية .

٩ — قسم المرشحات لأنواع ، مرة من حيث عملها ، وأخرى من حيث قطاعاتها .

١٠ — ما هى الكميات المميزة الثلاث التى تحكم تصرف الصمام الثلاثى ، وما قيمة كل منها ، وما العلاقة الثابتة التى تربطها ؟

١١ — ما هى أنواع الانحياز ، شارحاً بالرسم ؟

١٢ — ما هى أنواع الربط بين المراحل ، شارحاً بالرسم ؟

١٣ — ارسم دائرة مكبر صمام خماسى ، واشرح باختصار عمل كل قطعة موجودة بالدائرة .

١٤ — فى حالة المكبرات متسعة الحزمة ، كيف يمكن توسيع مدى التردد مع المحافظة على مستوى التكبير ؟

١٥ — يوصف المذبذب أحياناً بأنه « مكبر ذيله فى فمه » ، اشرح ذلك .

١٦ — اشرح طريقة عمل المذبذب المانع .

١٧ — كيف يعمل المذبذب المتعدد نوع ربط اللوح بالشبكة ؟



الباب ٦

منتخب القنوات

Channel Selector or Tuner

٦ / ١ الاستقبال المباشر :

عموماً يوجد نوعان رئيسيان للاستقبال هما :

(ا) الاستقبال المباشر (أو التنغيم المستمر) وهو أن نختار إشارة تردد الراديو (ى.ر) التى يلتقطها الهوائى ، وتكبر بنفس ترددها إلى أن يكشف عليها .

(ب) الاستقبال المتضارب أو السوبرهترودين (للاختصار « سوبر ») وهو أن نأخذ تردد الإشارة التى نستقبلها ، بصرف النظر عن مقدار ترددها ، ثم نحول هذا التردد إلى تردد ثابت يسمى « التردد البينى » (ى.ن) أو « الذبذبة البينية » ، وبعد ذلك يمر التردد البينى فى مراحل التكبير المختلفة حتى مرحلة الكشف .

ويندر استخدام الاستقبال المباشر حالياً لما له من عيوب. وربما كان أهم عيب له هو صعوبة تنغيم جميع مراحل ى.ر على مدى تردد متسع ، مما يصعب معه الحصول على أمثل جودة . ونتيجة لذلك نحصل على اختيارية وحساسية ضعيفة نسبياً .

وقد راودت فكرة الاستقبال المباشر مصممى التليفزيون لفترة غير قصيرة . وربما كان ذلك لأن بعض الناس تفضله ، ليس فقط لأنه يجعلنا نستغنى عن التنغيم الدقيق فى جهاز التليفزيون ، بل أيضاً تمكن الجهاز من استقبال إشارات راديو تعديل تردد . وقد استخدم الاستقبال المباشر من وقت لآخر من قبل ، ولكنه الآن غير شائع الاستخدام .

ويتم التنغيم فى حالة الاستقبال المباشر إما بواسطة سعة متغيرة أو بواسطة محاثة متغيرة . والمكثف المتغير المستخدم فى ذلك يشبه الذى يستخدم فى الراديو ، إذ يتركب من عدة مكثفات متغيرة مركبة على محور واحد يربط حركتها ببعض . ولكن المكثف المتغير لا يصلح لذلك ، لأن التغيير فى عرض الحزمة يكون كبيراً جداً . وأصلح طريقة لذلك هو استخدام محاثة متغيرة ، ولكن يصعب تغيير المحاثة لتغطى مدى ترددات متسع (٤٧ — ٢٢٣ ميجا ذ/ث)

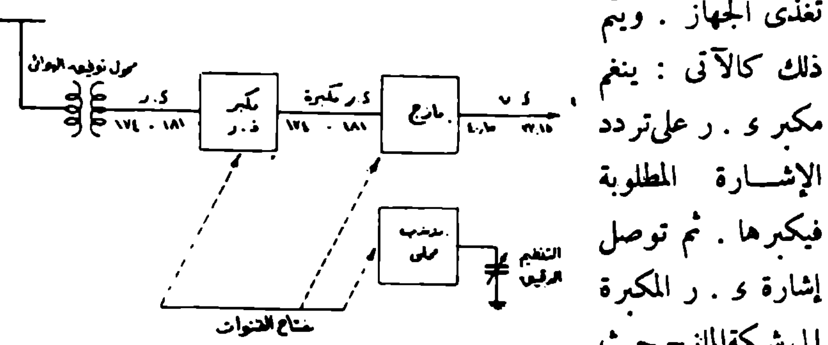
وقد استخدم فى الاستقبال المباشر ملفات متغيرة ، وكانت عبارة عن ثلاثة ملفات أسطوانية ملفوفة على مُشكَّل صينى ، تنزلق عليها وصلات متحركة . وفيما بعد استبدلت الملفات الأسطوانية بملفات لولبية ينزلق عليها ذراع موصل ، فصارت أصغر حجماً وأقل تكاليفاً وأفضل من حيث التركيب الميكانيكى .

كما استخدم كذلك فى الاستقبال المباشر لتغيير المحاثة ملفات ذات قلوب حديدية متحركة . ويتم التنغيم بتحريك القلوب الحديدية داخل أو خارج الملفات فتغير من « الانفاذية Permeability » ، وبذلك تتغير المحاثة .

ورغم المحاولات المختلفة التى بذلت فى هذا الشأن ، فان جهاز السوبر له مزايا كثيرة بالمقارنة للجهاز المباشر . فمن ضمن مزاياه مثلا أن إشارة ى . ن ذات التردد المنخفض هى التى تكبر آلاف المرات فى قسم الجهاز الذى يلى منتخب القنوات ، بدلا من الإشارة المستقبلة ذات التردد العالى . إذ أن الترددات المنخفضة يمكن تكبيرها فى عدة مراحل ، دون التعرض لحدوث تغذية خلفية تحدث تذبذب ذاتى لمرحلة أو أكثر .

٦/ ٢ الاستقبال السوبر :

شكل (٦ / ١) يوضح رسم مربعات لدائرة منتخب قنوات فى دائرة جهاز تليفزيون سوبر . ومهمة منتخب القنوات هو اختيار الإشارة الحاملة للصورة والإشارة الحاملة للصوت للقناة المطلوبة ، وتحويلها إلى ترددات بينيّة تغذى الجهاز . ويتم ذلك كالآتى : ينغم مكبر ى . ر على تردد الإشـــارة المطلوبة فيكبرها . ثم توصل إشارة ى . ر المكبرة إلى شبكة المازج حيث تمزج مع الإشـــارة الموصلة إليه من



شكل (٦/١) : رسم مربعات مبسط لدائرة منتخب قنوات فى دائرة جهاز تليفزيون سوبر ، الترددات المبينة تخص الاستقبال على القناة خمسة.

المذبذب المحلى . نتيجة لعملية المزج هذه ، تظهر تيارات متغيرة فى دائرة لوح الصمام المازج ، ترددانها تساوى تردد إشـــارة ى . ر وتردد إشارة المذبذب المحلى مضافاً إليها الفرق بين تردد الإشارتين ومجموعهما . ويختار دائماً فرق التردد ليكون التردد البينى ى . ن ، وذلك بتوصيل دائرة منغمة على فرق التردد بلوح المازج . وإشارة التردد البينى الناتجة تكون معدلة بنفس تعديل الإشارة المستقبلة الحاملة للصورة والحاملة للصوت .

توصل إشارة ى . ن الخارجة من المازج إلى مرحلة تكبير التردد البينى فى الجهاز حيث يتم تكبيرها . ويلاحظ أن التردد المنخفض نسبياً لإشارة ى . ن بالمقارنة لإشارة ى . ر يساعد فى الحصول على تكبير واختيارية أكبر فى مرحلة تكبير التردد البينى . وبتغيير مفتاح القنوات لاختيار قناة أخرى يتغير كل من تنغيم دائرة مكبر ى . ر وتردد المذبذب المحلى وتنغيم شبكة المازج ، بحيث نحصل على نفس ى.ن . وفائدة الضبط الدقيق هو تغيير تردد المذبذب المحلى

قليلا لضبط التنغيم تماماً . ويصمم عادة منتخب القنوات على أن يكون شاسيه فرعى مستقل تماماً عن الشاسيه الرئيسى للجهاز ومركب عليه .

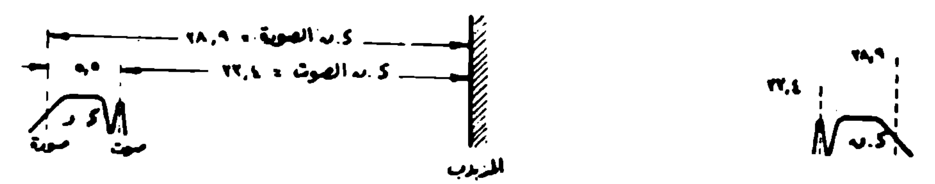
وعادة يصمم جهاز التليفزيون - فى وقتنا هذا - لاستقبال عشرة قنوات ، حسب النظام الأوربى . هذه القنوات هى من ٢ إلى ٤ وتشغل حزمة ترددات بين ٤٧ و ٦٨ ميجاذ / ث ، ومن ٥ إلى ١١ وتشغل حزمة ترددات بين ١٧٤و ٢٢٣ ميجاذ / ث ، وعرض كل قناة ٧ ميجاذ / ث . وأكبر ميزة لجهاز السوبر هو إمكان استخدام نفس التردد البينى من ٣٣,١٥ إلى ٤٠,١٥ ميجاذ / ث الذى عرض حزمته ٧ ميجاذ / ث لكل تلك القنوات المختلفة . وذلك بواسطة تغيير تردد المذبذب المحلى .

فمثلا لاستقبال القناة خمسة التى ترددها من ١٧٤ إلى ١٨١ ميجاذ / ث ، يضبط المذبذب المحلى على تردد ٢١٤,١٥ ميجاذ / ث . وعلى ذلك يكون مدى التردد البينى من ٢١٤,١٥ - ١٧٤ = ٤٠,١٥ ميجاذ / ث إلى ٢١٤,١٥ - ١٨١ = ٣٣,١٥ ميجاذ / ث . وطبعاً يوجد لكل من القنوات الأخرى تردد معين للمذبذب المحلى يولد نفس مدى التردد البينى .

توجد فى القناة التليفزيونية موجة حاملة للصورة وأخرى حاملة للصوت ، وعلى ذلك تكون نتيجة المزج ى . ن للصورة و ى . ن للصوت . وفى النظام الأوربى ى . ن للصورة ٣٨,٩ ميجاذ / ث ، و ى . ن للصوت ٣٣,٤ ، يفصل بينهما ٥,٥ ميجاذ / ث . ويلاحظ أن عملية المزج تعكس الوضع النسبى لكل من إشارة الصورة والصوت . ففى إشارة ى . ر المستقبلة تكون إشارة الصوت أعلى من إشارة الصورة بمقدار ٥,٥ ميجاذ / ث (مثلا القناة ٢ يكون ى . ر صوت ٥٣,٧٥ ميجاذ / ث ، و ى . ر صورة ٤٨,٢٥ ميجاذ / ث) .

ولكن فى إشارة ى . ن يحدث العكس فتكون إشارة الصوت أقل من إشارة الصوت بمقدار ٥,٥ ميجاذ / ث . وعندما يكون تردد المذبذب أعلى من تردد الإشارة المستقبلة ، نجد أن جميع الترددات الأقل من تردد المذبذب ينعكس وضعها النسبى . ومن ثم يكون توزيع ترددات قسم ى . ن الصورة فى

جهاز الاستقبال معكوس قسم ى . ر كما لو كان أمام مرآة ، وهذا موضح بشكل (٦ / ٢) .



شكل (٦/٢) : توزيع ترددات قسم ى . ن الصورة فى جهاز الاستقبال معكوس قسم ى . ر كما لو كان أمام مرآة .

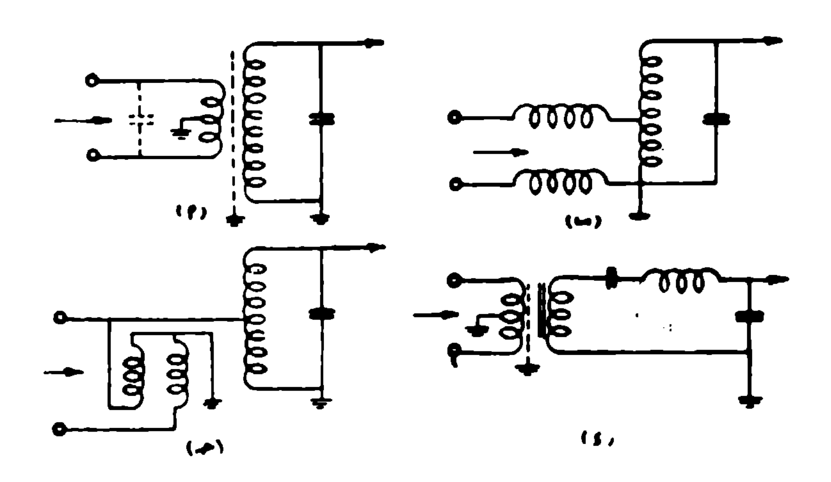
ويحتوى جهاز السوبر على مصادر « تداخل Interference » ذات ترددات عالية . فتردد المذبذب المحلى وتوافقاته ، والتردد البينى للصورة وتوافقاته ، والتردد البينى للصوت وتوافقاته ، يحتمل أن تتحد مع بعضها بكل وسيلة ممكنة . ينتج عن اتحاد وتضارب كل من تلك الموجات عدد كبير من « ترددات التضارب Beat frequencies » المختلفة .

ومن المحتمل أن بعض ترددات التضارب هذه تقع فى مدى التردد البينى للجهاز ، فتكبر مع إشارة الصورة وإشارة الصوت فى مرحلة التردد البينى إلى أن تصل إلى الكاشف . هذا بالإضافة إلى مصادر التداخل الأخرى التى لا تقل أهمية عن ذلك . وفى النظام الأوربى أختير مدى التردد البينى من ٣٣,١٥ إلى ٤٠,١٥ ميجاذ / ث ، و ى . ن الصورة ٣٨,٩ ميجاذ / ث ، وى.ن الصوت ٣٣,٤ ميجاذ / ث لأنها تبدو أكثر ملائمة من جميع الجهات .

٦ / ٣ محول التوفيق Matching Transformer :

فى العادة نجد أن « الإعاقة المميزة Characteristic Impedance » لخط التغذية الواصل من الهوائى إلى مكبر الترددات العالية تختلف عن إعاقة دخول مكبر الترددات العالية . وفى تلك الحالة نحتاج لتوفيق كل من الإعاقتين إلى الأخرى

بواسطة محوِّل توفيق ، وذلك لنقل أكبر قدرة ممكنة من خط التغذية إلى مكبر الترددات العالية ، هذا بالإضافة إلى منع حدوث انعكاسات فى خط التغذية ، يمكن أن ينتج عنها تعدد الصور على الشاشة ، أو ما يسمى بالأشباح . ويستفاد كذلك من محول التوفيق فى حالة توصيل خط تغذية « متوازن Balanced » (أى ذو فرعتين متشابهتين) بمكبر ترددات عالية دخوله غير متوازن . وشكل (٦/٣) يبين أربعة توصيلات مختلفة لخط تغذية متوازن متصل بدخول مكبر ترددات عالية غير متوازن .



شكل (٦/٣) : أربعة توصيلات مختلفة لخط تغذية متوازن متصل بدخول مكبر ترددات عالية غير متوازن

(أ) مركز الملف الابتدائى للمحول موصل بالأرض . ونحصل على أحسن توازن عندما يكون ربط السعة بين الملف الابتدائى والملف الثانوى أصغر ما يمكن ، لذلك يستخدم حجاب بينهما

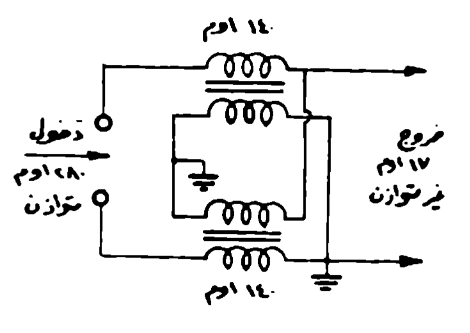
(ب) العيب الرئيسى لتلك التوصيلة هو أن الرنين الشارد يفقد التوازن ويغير فى تحويل الدخول ، وبدون ذلك يمكن أن يكون للدائرة حزمة ترددات واسعة .

(جـ) غالباً ما يصعب استخدام تلك التوصيلة لحزمة ترددات واسعة ، ولكنها تستخدم للتحويل المباشر من ٢٨٠ أوم إلى ٧٠ أوم .

(د) القلب الفريت يساعد على زيادة الربط فى المحول ، والحجاب يساعد على التوازن .

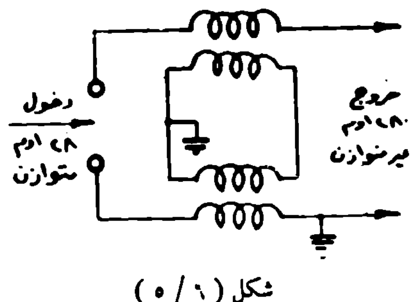
ويمكن أن يتخذ محول التوفيق شكلا يختلف عن الشكل الشائع للمحول .

ففي شكل (٦ / ٤) نجد رسماً لأحد محولات التوفيق التي كثيراً ما تقابلنا ، وهو يحول من إعاقة ٢٨٠ أوم متوازنة إلى إعاقة ٧٠أوم غير متوازنة . كما أن شكل (٦ / ٥) يبين محول توفيق يحول من إعاقة ٢٨٠ أوم متوازنة إلى إعاقة ٢٨٠ أوم غير متوازنة .



شكل (٦ / ٤)
رسم لأحد محولات التوفيق يحول من إعاقة ٢٨٠أوم متوازنة إلى إعاقة ٧٠ أوم غير متوازنة .

في كلا الشكلين السابقين نتكلم عن محول ، بينما المبين يختلف عن المعنى الشائع لعملية التحويل . إذ في الحقيقة يتركب المحول من مجموعتي خطوط تغذية ، الإعاقة المميزة لكل منها ١٤٠ أوم . وفي الحالة الأولى شكل (٦ / ٤) تتصل



شكل (٦ / ٥)
محول توفيق يحول من إعاقة ٢٨٠ أوم متوازنة إلى إعاقة ٢٨٠ غير متوازنة .

المجموعتان على التوازى لتعطينا خروج غير متوازن إعاقته ٧٠ أوم . أما في الحالة الثانية شكل (٦ / ٥) فالمجموعتان موصلتان على التوالى لتعطينا خروج غير متوازن إعاقته ٢٨٠ أوم .

أجهزة التليفزيون التي ليس بها محول قدرة تستخدم دائرة عزل مكونة من مقاومة ومكثف كالمبينة بشكل (٦ / ٦) . وتوضع دائرة العزل هذه بين خط التغذية ومحول التوفيق . والغرض من المقاومات في دائرة العزل هو المساعدة على تشرب الكهرباء الاستاتيكية المتولدة على الهوائى هذا بالإضافة

إلى أنها تعزل الشاسيه عن الأرض وتمنع الصدمة الكهربية فى حالة لمس الهوائى والأرض فى نفس الوقت . وبدون المقاومات يتم التوصيل عن طريق ملفات محول التوفيق الصغيرة المقاومة .

أما المكثفات الموصلة على المقاومات فاعاقتها للترددات العالية صغيرة وتسمح بمرور الإشارة المستقبلة خلالها .

كما يوجد بدائرة الدخول مرشحات ومصايد موجات . وذلك لمنع حدوث تداخلات ، وخاصة التداخلات التى يمكن أن تمر بمرحلة منتخب القنوات والتى لا يمكن لمرحلة التردد البينى أن ترفضها .

شكل (٦ / ٦)
دائرة عزل مكونة من مقاومة ومكثف تستخدم فى أجهزة التليفزيون التى بدون محول قدرة .

٦ / ٤ مكبر ترددات الراديو :

نحتاج دائماً إلى مكبر ترددات راديو بدائرة منتخب القنوات فى أى جهاز تليفزيون وذلك لأسباب أهمها :

(ا) مكبر ترددات الراديو يحسن « نسبة الإشارة إلى الشوشرة Signal-to-noise ratio » ، وذلك بتكبير الإشارة المستقبلة قبل أن تدخل إلى « المازج Mixer » ، لأن أغلب الشوشرة تتولد فى المازج . ومنه يتضح أن مستوى الإشارة الواصلة إلى شبكة المازج هو العامل الذى يحدد مقدرة الجهاز على إنتاج صورة مقبولة فى حالة دخول إشارة ضعيفة إليه من الهوائى . وتظهر الشوشرة على الصورة كما لو كان هناك مطر أو ثلج يتساقط .

(ب) مكبر ترددات الراديو يقلل من احتمال التداخلات ويرفض « صورة التردد Image Frequency » (صورة التردد =

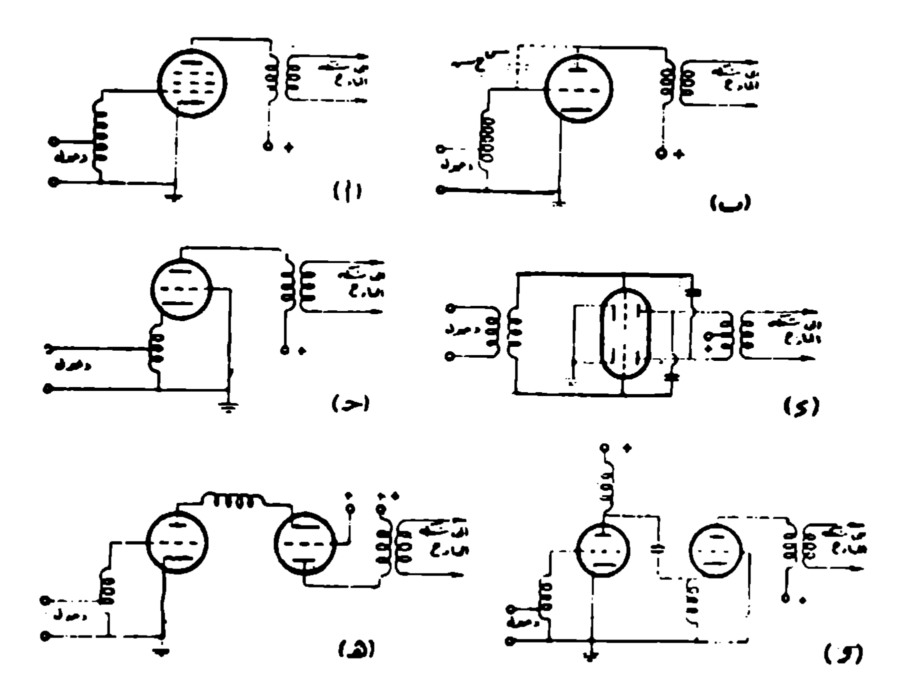
تردد الموجة الحاملة + ٢ التردد البينى ، وذلك فى حالة ما يكون تردد المذبذب المحلى أعلى من تردد الموجة الحاملة بمقدار التردد البينى) . ولمكبر ترددات الراديو خاصية اختيارية ، إذ يكبر حزمة ترددات القناة المستقبلة ويرفض أى موجات أخرى تصل إلى الجهاز . وعادة تستخدم المرشحات ومصايد الموجات عند دخول مكبر ترددات الراديو لرفض أى تداخل يصل إليها .

(ح) يستخدم مكبر ترددات الراديو لعزل المذبذب المحلى عن الهوائى ، حتى لا يشع الأخير إشارة المذبذب المحلى ، مما ينتج عنه تداخلات فى أجهزة التليفزيون المجاورة .

وشكل (٦ / ٧) يبين ست دوائر مختلفة لمكبر ترددات الراديو ، أهمها دائرة « كاسكود Cascode » التى انتشر استخدامها فى السنوات الأخيرة ، والتى سنتكلم عنها فيما يلى :

الكلام عن مكبر الكاسكود يستلزم البيان الآتى : مقدرة جهاز التليفزيون على تكبير الإشارة المستقبلة ، لا يحده مقدار التكبير الذى يمكن الحصول عليه من الصمام المستخدم ، بقدر ما تحده الشوشرة الناتجة من الصمامات ومن أجزاء الدائرة المختلفة . نزد على ذلك أن الشوشرة المتولدة فى المرحلة الأولى ، وهى مكبر ترددات الراديو ، لها الأهمية الكبرى . وذلك لأن مستوى الإشارة ، عند تلك النقطة من الدائرة ، ضعيف وأقرب إلى مستوى الشوشرة منه فى أى نقطة أخرى من الدائرة بعد التكبير . وللحصول على صورة خالية من الشوشرة ، نحتاج إلى أكبر إشارة وأقل شوشرة فى مرحلة مكبر ترددات الراديو .

وأحسن اختيار لأقل شوشرة هو مكبر ى . ر يستخدم صماما ثلاثيا . ولكن للأسف نجد أن التكبير فى تلك الحالة يقل عنه فى حالة استخدام صمام خماسى . أما دائرة الكاسكود فقد جمعت بين ميزة صفر الشوشرة وميزة التكبير الكافى .



شكل (٦ / ٧) دوائر مكبر ذبذبات الراديو :

(أ) مكبر يستخدم صماماً خماسياً مهبطه متصل بالأرض ، ويتميز بالاستقرار لصغر السعة بين الشبكة واللوح ، ويستخدم لتردد أقل من ١٠٠ ميجا ذ / ث .

(ب) مكبر يستخدم صماماً ثلاثياً مهبطه متصل بالأرض ، وميزته أن نسبة الإشارة للشوشرة أحسن ، وهو غير مستقر لكبر السعة بين الشبكة واللوح ، ويحتاج لمعادلة تلك السعة .

(ﺣ) مكبر يستخدم صماماً ثلاثياً شبكته متصلة بالأرض ، وبذلك تحجب الشبكة بين المهبط واللوح فتقل السعة بينهما .

(ٯ) مكبر متوازن يستخدم صمامين ثلاثيين ، وهو متعادل ولكن يصعب تنفيذه عملياً .

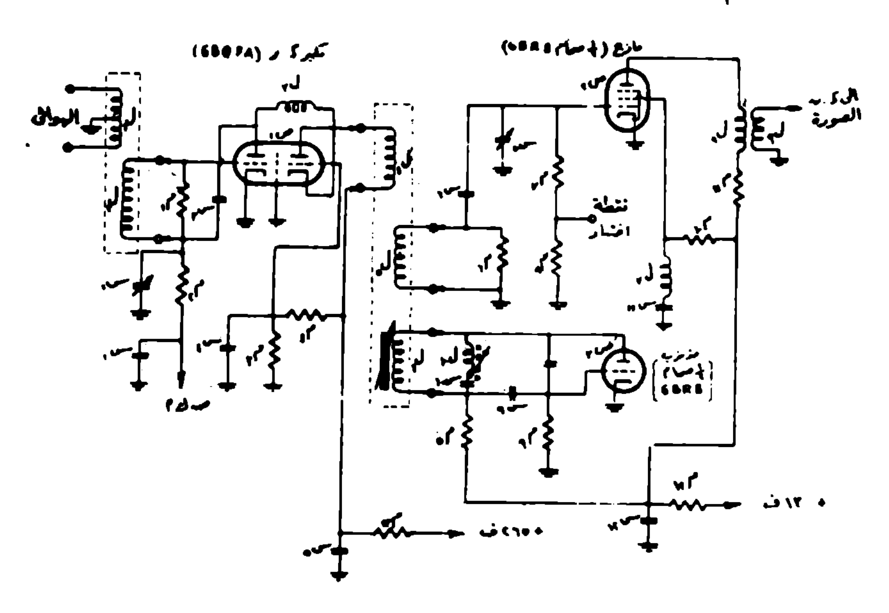
(ﻫ) مكبر كاسكود فيه ربط مباشر بين الصمامين ، يجمع بين ميزة صغر شوشرة الصمام الثلاثى وميزة تكبير الصمام الخماسى .

(و) مكبر كاسكود يتم فيه الربط بين الصمامين الثلاثيين بواسطة مكثف ربط .

ودائرة الكاسكود مبينة بشكل (٦ / ٧ ﻫ) . وتتكون من صمامين ثلاثيين موصلين على التوالى ، أى لوح الصمام الأول متصل مباشرة بمهبط الصمام الثانى . ويمر نفس التيار فى كل من الصمامين ، وجهد شبكة الصمام الأول

تتحكم فى شدة التيار . واسم كاسكود Cascode مشتق من أن الصمامين موصلان على التوالى Cascade وأن الصمام الثانى يتم تشغيله من المهبط Cathode

شكل (٦ / ٨) به رسم لدائرة منتخب قنوات يستخدم مكبر ى . ر من نوع كاسكود . وبالرسم تدخل الإشارة المستقبلة عن طريق خط تغذية متوازن إعاقته المميزة ٣٠٠ أوم ، عن طريق الملف ل$_{١}$ ثم ل$_{٢}$. و ل$_{٣}$ و س$_{١}$ بالإضافة إلى السعة الموجودة بين شبكة ومهبط الجزء الأول من الصمام الثلاثى المزدوج ص$_{١}$ تكون دائرة منغمة . وتتصل م$_{١}$ على التوازى مع الدائرة المنغمة لتعطى حزمة التمرير المطلوبة . أما س$_{٣}$ فتقوم بمعادلة تأثير السعة الموجودة بين أقطاب الصمام .



شكل (٦ / ٨) : دائرة منتخب قنوات يستخدم مكبر ى.ر من نوع كاسكود .

فى نفس الشكل يمثل ل$_{٣}$ حمل لوح الجزء الأول من الصمام ص$_{١}$ وفى الوقت ذاته يمثل كذلك إعاقة مهبط الجزء الثانى من الصمام . وبما أن شبكة الجزء الثانى من الصمام ص$_{١}$ متصلة بالأرض بواسطة س$_{٤}$ فيما يختص بترددات الراديو ، وأن ذلك الجزء الثانى تصله الإشارة عن طريق مهبطه ، فيكون عبارة عن

مكبر شبكته متصلة بالأرض ، وعليه لا يحتاج لمعادلة . والملف ل$_{٤}$ يمثل حمل اللوح للجزء الثانى من الصمام ص$_{١}$. كما أن شبكته تأخذ جهداً موجباً من نقطة اتصال المقاومتان م$_{٤}$ و م$_{٣}$ اللتان تكونان مجزئ ضغط .

يصل ضغط ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك أ AGC) إلى شبكة الجزء الأول من الصمام ص$_{١}$ عن طريق م$_{٢}$. وعند وصول ضغط سالب إلى تلك الشبكة ، يقل تيار اللوح ، بينما يزيد ضغطه . وزيادة الضغط على لوح الجزء الأول من الصمام ص$_{١}$ تصل أيضاً إلى مهبط الجزء الثانى فتزيد من ضغطه . ولما كان ذلك يقلل من فرق الجهد المستمر بين لوح ومهبط الجزء الثانى من الصمام ، ينتج عنه أن يقل تكبير هذا الجزء الثانى . وهذا يعنى أن ض ك أ يؤثر على كلا جزئى الصمام ص$_{١}$ ، أى على كلا مكبرى ى.ر . ويقوم المكثف س$_{٢}$ بمنع إشارة ى.ر من دخول دائرة ض ك أ لأنه يمرر ما يصل منها إلى الأرض .

تصل الإشارة المكبرة من لوح مكبر ى.ر إلى شبكة الصمام ص$_{٢}$ المازج بواسطة الربط بين الملفين ل$_{٤}$ و ل$_{٥}$ ، وفى نفس الوقت يوجد ربط بين الملفين ل$_{٦}$ و ل$_{٥}$ ، وبذلك تصل إشارة المذبذب ص$_{٣}$ إلى دائرة المازج ص$_{٢}$.

يحتاج المذبذب إلى « تنغيم دقيق Fine Tuning » حتى يمكن ضبط تردده تماماً بعد اختيار القناة المطلوبة . وفى الشكل، يستخدم الملف ل$_{١٠}$ للتنغيم الدقيق وذلك لأنه يمكن تغيير حث الملف . وبتغيير حث الملف ، يتغير تردد المذبذب . ويمكن استخدام مكثف متغير بدلا من الملف المتغير ، ولكن استخدام الملف المتغير يساعد على استقرار المذبذب . إذ أن توصيل الملفين ل$_{٦}$ و ل$_{١٠}$ على التوازى كما بالشكل، يعطى حثا أقل مما يعطيه الملف ل$_{٦}$ منفرداً. وبتقليل الحث نحتاج إلى سعة أكبر للحصول على نفس تردد الرنين المطلوب . وزيادة السعة فى الدائرة تساعد على الاستقرار ، لأنها تكون كبيرة بحيث تغطى التغير الذى قد يحدث فى سعة الصمام .

المكثف س$_{١٠}$ يمنع وصول تيار مستمر إلى ل$_{١٠}$. فعندما يكون مفتاح القنوات فى وضع بين قناتين ، يكون ل$_{٦}$ منفصلا ، وفى هذه الحالة يمنع س$_{١٠}$ وصول تيار مستمر إلى لوح المذبذب ص$_{٣}$ فيمنعه من العمل ، وهــذا هو المطلوب ، لأنه فى حالة وجود ل$_{١٠}$ فقط فى الدائرة ، تتولد ترددات عالية ، قد ينتج عنها تداخلات فى الأجهزة المجاورة .

فى دائرة الشبكة الحاجبة للصمام ص$_{٢}$ نجد أن الملف ل$_{٧}$ قد وصل بالإضافة إلى مكثف التمرير . ينتج عن ذلك تغذية خلفية طفيفة ، تساعد على ثبــات كسب منتخب القنوات بالنسبة لجميع القنوات . وخروج منتخب القنوات يوصل إلى مرحلة التردد البينى عن طريق الربط بين الملفين ل$_{٨}$ و ل$_{٩}$.

يفضل فصل قسم المذبذب عن قسم المازج ، لأن ترددالإشارة التليفزيونية مرتفع ومدى التردد واسع . واستخدام صمام واحد متعدد الشبكات كمذبذب ومازج يكون غير مستقر ، وله « توصيل مشترك Transconductance » منخفض ، ويولد شوشرة . ويمكن أن يكون المازج صماما خماسيا أو ثلاثيا له توصيل مشترك عالى . وميزة الصمام الخماسى كمازج أنه أقل تأثراً بالتغذية الخلفية الواصلة من مرحلة التردد البينى ، لأن السعة الموجودة فيه بين اللوح والشبكة الحاكمة تكون صغيرة . أما الصمام الثلاثى كمازج فميزته أنه أقل شوشرة .

٦ / ٥ المـذبذب المحـلى :

عمل المذبذب المحلى فى منتخب القنوات هو توليد موجة ذ.ر جيبية ، ذات تردد معين ، لتتضارب مع إشارة ذ.ر المستقبلة ، فنحصل على التردد البينى . يولد المذبذب تردداً واحداً فقط عند أى قناة . ويمكن أن يكون تردد المذبذب أعلى أو أقل من تردد إشارة ذ.ر بمقدار التردد البينى ذ.ن ، ولكن عادة يكون أعلى . وميزة ذلك أنه يحد من مدى الترددات التى يجب أن يعطيها المذبذب .

لا يحتاج المذبذب إلى إشارة دخول كى يولد إشارة خروجه، بل يقوم

وذلك عن طريق التغذية الخلفية لجزء من خروجه فى دائرة اللوح إلى دخوله فى دائرة الشبكة والمهبط . ومطلوب أن يكون الخروج متساوى ، والتردد مستقر على مدى التنغيم المطلوب .

يتأثر تردد المذبذب بالتغيير فى درجة الحرارة والرطوبة ، وكذلك بتغير الخواص المميزة للصمام ، وبتغير ضغط المنبع . ويمكن الحد من تأثير التغيير فى سعة الصمام نتيجة لتسخينه أو لتغير فى ضغط المنبع ، وذلك باستخدام أكبر ما يمكن من السعة الخارجية فى دائرة تنغيم المذبذب . لأن هذا يجعل التغيير فى سعة الصمام صغيراً بالنسبة للسعة الكلية ، وبذلك يقل تأثيره على تردد الرنين . كما يمكن أن يستخدم فى دائرة رنين المذبذب مكثفات تعويض حرارة ، تصحح الانحراف السريع الناتج من تسخين صمام المذبذب بعد توصيل التيار للجهاز ، وتصحح التغيير الأبطأ عندما ترتفع درجة حرارة القطع الإلكترونية بالدائرة .

تثبت جميع القطع على شاسيه منتخب القنوات جيداً ، لضمان ثبوت وضعها النسبي تحت أى ظروف حركة أواهتزاز ، حتى لا يتأثر تردد المذبذب من ذلك . ولما كان يمكن أن تحدث السماعة اهتزازات فى الشاسيه ، لذلك تؤخذ الاحتياطات ، ويوضع حاجز متين حول صمام المذبذب ليقلل الاهتزازات ، أو يركب الصمام على قاعدة مثبتة على كاوتشوك لامتصاص الصدمات . كما أنه لتفادى الفقد فى إشارة ى.ر ، نستخدم مواد عازلة قليلة الفقد وقواعد صمامات من الصينى .

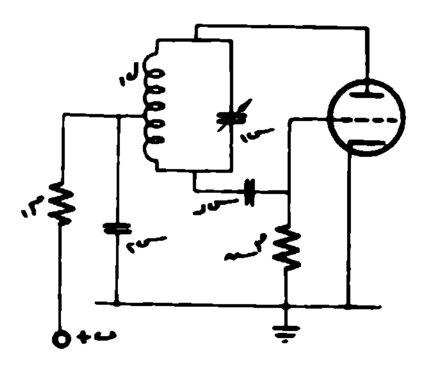
يجب أن تكون التوصيلات قصيرة لتقل « السعة الشاردة Stray Capacitance » . وتستخدم فى شاسيه منتخب القنوات مكثفات « النفاذ Feedthrough » ، وهى عبارة عن موصل حوله أسطوانة معدنية وتربطهما ببعضهما مادة عازلة . تفتح فتحة مستديرة فى الجدار أو الحاجز المعدنى ، المطلوب توصيل قطع إلكترونية على جانبيه ، ينفذ خلالها مكثف النفاذ ، ويثبت المكثف بتوصيل قطبه الخارجى بالجدار ، فيأخذ أرض ، بينما قطبه

الداخلى معزول . ويمكن استخدام القطب الداخلى فى توصيل تيار الفتيلة أو التيار المستمر من جانب لآخر خلال الشاسيه . وإذا كانت السعة بين قطبي مكثف النفاذ كبيرة بدرجة كافية ، نجد أن تيار ي . ر المار مع التيار المستمر فى القطب الداخلى يمرر إلى الأرض .

سنناقش فيما يلى أربعة أنواع شائعة من المذبذبات :

(أ) مذبذب هارتلى Hartley :

شكل (٦ / ٩) يبين الدائرة الأساسية لمذبذب هارتلى . ونرى الملف ل$_{١}$ ، وعليه نقطة تفرع ، ويتصل معه على التوازى مكثف متغير س$_{١}$. ويكوّن ل$_{١}$ س$_{١}$ دائرة رنين مشتركة بين كل من دائرة اللوح – المهبط ودائرة الشبكة – المهبط . ويقوم ل$_{١}$ بعمل تغذية خلفية من اللوح إلى الشبكة . ونقطة التفرع على الملف ل$_{١}$ متصلة بالأرض، من حيث التيار المتغير، عن طريق س$_{٢}$. والرمز ض$_{ح}$ عبارة عن ضغط إشارة اللوح ، و ض$_{ش}$ ضغط إشارة الشبكة .

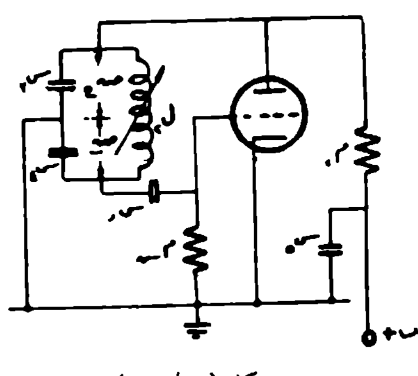


شكل (٦ / ٩) : دائرة مذبذب هارتلى .

ض$_{ش}$ يتولد بالتأثير وهو عبارة عن ضغط التغذية الخلفية للشبكة . هذا الضغط يجعل الشبكة موجبة ، عندما يزيد تيار اللوح . وحينما تصبح الشبكة موجبة ، يمر تيار فى دائرة الشبكة ، ويقوم م$_{ش}$ س$_{ر}$ « بانحياز الشبكة Grid Bias » . يحدد تردد المذبذب دائرة الرنين ل$_{١}$ س$_{١}$ ، وبتغيير س$_{١}$ نحصل على التردد المطلوب .

(ب) مذبذب كولبيتس Colpitts مهبطه متصل بالأرض :

شكل (٦ / ١٠) به الدائرة الأساسية لمذبذب كولبيتس . ودائرة الرنين مكونة من ل٢ متصل على التوازى مع مجموعة س٣ و س٤ الموصلين على التوالى . وكما فى حالة مذبذب هارتلى ، نجد هنا أيضاً أن دائرة الرنين مشتركة بين كل من دائرة اللوح ودائرة الشبكة . وتوجد تغذية خلفية سعوية ، تتم بواسطة مجزئ الضغط س٣ س٤ ، وذلك



شكل (٦ / ١٠)

دائرة مذبذب كولبيتس مهبطه متصل بالأرض .

بدلا من الملف المتفرع فى الحالة السابقة . الضغط الموجود على س٤ هو ضغط التغذية الخلفية للشبكة ، الذى تتحدد قيمته بنسبة س٤ إلى س٣ . ويقوم م١ س١ بانحياز الشبكة .

م٢ عبارة عن مقاومة هبوط ضغط اللوح ، و س٥ مكثف تمرير . ويمكن استخدام « خانق Choke » بدلا من م٢ لعزل دائرة رنين المذبذب عن مصدر الضغط المستمر ، وذلك بدون هبوط فى ضغط اللوح . ونتحكم فى التردد بتغيير قيمة ل٢ . ويمكن أن يكون ل٢ محاثة تتغير باستمرار ، أو أن يوجد ملف خاص لكل قناة تليفزيونية يوصل بالدائرة أوتوماتيكياً عن طريق مفتاح القنوات .

(حـ) مذبذب كولبيتس لوحة متصل بالأرض بالنسبة للإشارة :

نرى فى شكل (٦ / ١١) الدائرة الأساسية للمذبذب المذكور . ونلاحظ أن ضغط المهبط أعلى من الأرض بمقدار ضغط ى.ر للمذبذب . بينما اللوح واصل للأرض بالنسبة لإشارة المذبذب عن طريق س٨ . وميزة هذه الدائرة

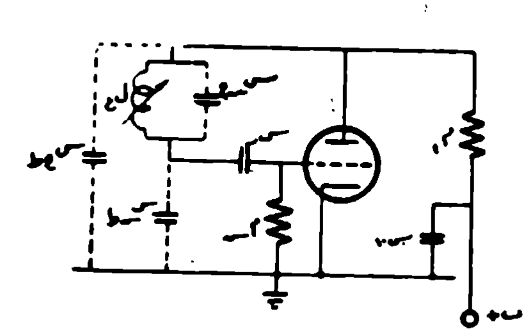
أنها تسمح لجانب من دائرة الرنين بالاتصال بالأرض .

وتستخدم دائرة كولبيتس كثيراً للمذبذب المحلى فى منتخب القنوات ، لأن ملف تنغيم المذبذب يمكن توصيله بالدائرة بسهولة دون أى تفريع على الملف . كما أن السعة بين أقطاب الصمام يمكن اعتبارها جزءاً من دائرة تنغيم المذبذب .

شكل (٦ / ١١)
دائرة مذبذب كولبيتس لوحه متصل بالأرض بالنسبة للاشارة

(د) مذبذب الترّاوديون Ultraudion :

دائرته الأساسية كما فى شكل (٦ / ١٢) . وهو يماثل دائرة مذبذب كولبيتس كما فى الحالة (ب) ، ولكن السعات الموجودة بين أقطاب الصمام تشكل رنين مع ملف المذبذب .



شكل (٦ / ١٢) : دائرة مذبذب الترّاوديون .

فالسعة بين الشبكة واللوح توجد على التوازى مع الملف . بينما السعة بين اللوح والمهبط بالإضافة إلى السعة بين الشبكة والمهبط تكونان مجزئ ضغط سعوى . والضغط على $س_{ش ط}$ يمثل ضغط التغذية الخلفية للشبكة .

٦ / ٦ أنواع منتخب القنوات (الترّيت Turret السويتش Switch) :

يركب منتخب القنوات ، فى أغلب أجهزة التليفزيون ، على شاسيه صغير منفصل ، يمكن فكه لإصلاحه أو تغييره فى حالة التلف . ويتم اختيار المحطات

بواسطة مفتاح قنوات موجود فى متناول اليد خارج الجهاز . وبادارة مفتاح القنوات يتم تنغيم دوائر مكبر ى.ر والمذبذب والمازج على القناة المطلوبة . وأكثر الطرق شيوعاً التى تستخدم فى اختيار القنوات هى :

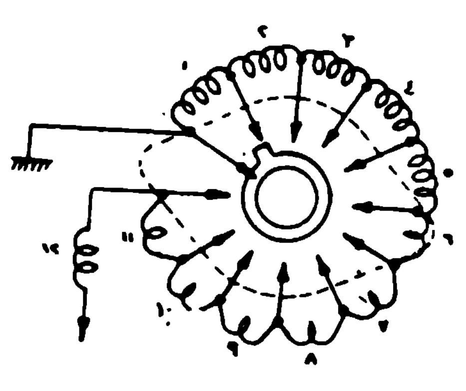
(ا) نوع السويتش (البسكويتات) .

(ب) نوع التريت (الشرائح) .

(أ) منتخب قنوات نوع السويتش :

أساس هذا النوع هو مفتاح إختيار دوار ، يشبه إلى حد ما مفتاح الموجات المستخدم فى جهاز استقبال الراديو . ويتركب أساساً من جزء دوار على محيطه ريشة توصيل أو أكثر ، وجزء ثابت عليه نقط توصيل تتحرك عليها الريشة أثناء دورانها وتوصل بها نقطة بعد أخرى . ورسم ذلك كما فى شكل (٦/١٣) وتسمى هذه المجموعة « بسكويته Wafer » . وبين كل نقطة توصيل والتى تليها يوجد ملف تنغيم . وعدد ملفات التنغيم يساوى عدد القنوات الممكن استقبالها وهى ١٢ كما فى الشكل .

ولما كانت الدوائر التى تحتاج إلى تنغيم عددها أربعة ، وهى دخول مكبر ى . ر وخروج مكبر ى.ر والمذبذب والمازج ، فإننا نحتاج إلى أربعة مجموعات (بسكويتات) لكل دائرة تنغيم بسكويتة . والأربع بسكويتات مرتبطة ببعضها ، فالأجزاء الثابتة منها مربوطة إلى الشاسيه ، والأجزاء المتحركة منها يربطها ببعضها محور ينتهى بمفتاح القنوات.

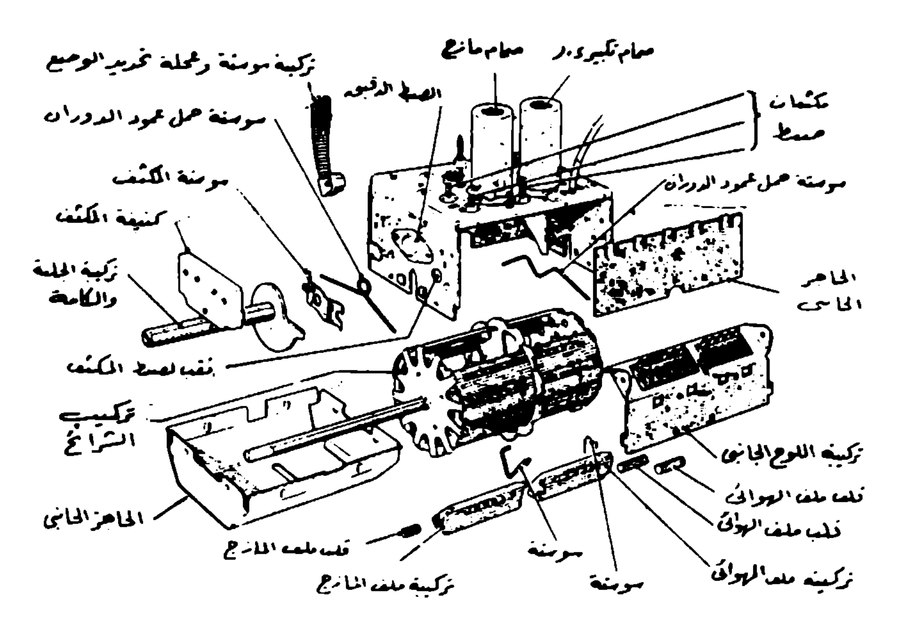


شكل (٦ / ١٣)
رسم لتوصيل بسكويتة فى منتخب قنوات نوع السويتش

ووضع كل بسكويته يكون قريباً من قاعدة الصمام الذى تخدمه ، حتى تكون التوصيلات بينهما قصيرة . ويوجد حاجز معدنى بين دائرة دخول مكبر ى.ر وخروجه لمنع حدوث ربط بين الدخول والخروج. ويمكن استخدام ثلاثة بسكويتات فقط فى حالة دمج دائرة خروج مكبر ى.ر مع دائرة المازج .

(ب) منتخب قنوات نوع التريت :

فى هذا النوع تنغم القناة الواحدة بواسطة شريحة عليها أربعة ملفات تنغيم ، الدوائر دخول مكبر ى . ر وخروج مكبر ى . ر والمذبذب والمازج . وتحتاج الإثنى عشر قناة إلى ١٢ شريحة . وترتب الشرائح على سطح أسطوانة تدور حول محورها الذى ينتهى بمفتاح القنوات . وبإدارة مفتاح القنوات تتحرك الأسطوانة فى ١٢ وضعاً . وفى أى من الأوضاع ، توصل ملفات شريحة واحدة إلى الدائرة ، عن طريق وصلات ثابتة على الشاسيه تلامس وصلات نهايات الملفات . وشكل (٦ / ١٤) به رسم منتخب قنوات نوع تريت .



شكل (٦ / ١٤) : منتخب قنوات نوع تريت (شرائح) .

وبالمقارنة نجد أن منتخب القنوات نوع السويتش يتركب من ٤ بسكويتات كل بسكويته عليها ١٢ ملفاً . أما نوع التريت فيتركب من ١٢ شريحة ، كل شريحة عليها ٤ ملفات . والشرائح يمكن تركيبها وفكها بسهولة من على الأسطوانة الدوارة . وهذا يساعد على إمكان استبدال شريحة أو أكثر إذا احتاج الأمر .

هذه الطريقة تمكّن من أن تتحرك مجموعة الملفات . اللازمة لتنغيم قناة ، لتتصل بالدائرة ، وفى تلك الحالة لا يتعدى طول الترصيلة أكثر من نقط الاتصال . وهذا يقلل من محاثة الوصلات والسعة الشاردة الغير مرغوب فيها . ويمتاز منتخب القنوات التريت بأنه متين التركيب ، خالى من المتاعب ، ذو حساسية جيدة ، ويسهل استبدال شرائحه .

٦ / ٧ منتخب قنوات ى ب ع U H F :

بعد أن ازدحم الارسال التليفزيونى على مدى الترددات العالية جداً (ى ع جـ V H F) فى بعض الأماكن ، اضيف استخدام مدى الترددات ما بعد العالية (ى ب ع U H F) إلى مجال الإرسال التليفزيونى ، ليمكّن من استيعاب كثير من القنوات . وعادة يجهز التليفزيون بمنتخب قنوات ى ع جـ . وفى الأماكن التى بها إرسال تليفزيونى على مدى ى ب ع ، يمكن أن نستخدم جهاز تليفزيون به منتخب قنوات ى ب ع ، أو أن نضيف إلى منتخب القنوات ى ع جـ الموجود فى الجهاز أصلا ما يمكّنه من استقبال قنوات ى ب ع .

ويتمكن منتخب القنوات ى ع جـ من استقبال قنوات ى ب ع بواسطة إحدى الطرق الآتية :

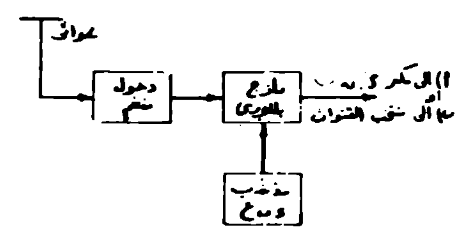
(ا) إضافة « مغيّر ى ب ع U H F Converter » إليه .

(ب) استخدام « شريحة ى ب ع U H F Strip » به ، إذا كان من النوع الذى يستخدم الشرائح (Turret) .

(ا) مغيّر ى ب ع : يستقبل إشارة ى ب ع ويغير ترددها إلى تردد

إحدى قنوات ى ع ج ، ثم يوصل هذا التردد الأخير إلى دخول منتخب قنوات ى ع ج ، حيث تعامل كأى إشارة ى ع ج .

نجد فى شكل (٦ / ١٥) رسم مربعات مبسط لدائرة مغيِّر ى ب ع . ويتم عمل المغيِّر كالآتى : بعد أن تمر إشارة ى ب ع فى دوائر الدخول المنغمة، نصل إلى مازج بللورى ، حيث تتحد مع إشارة مذبذب ملائمة التردد . ويكون تردد المذبذب ى ب ع أقل من تردد إشارة الدخول . وهذا ضرورى ليظل تردد الموجة الحاملة للصورة تحت تردد الموجة الحاملة للصوت بعد المزج . وبمعنى آخر يجب ألا يتغير الوضع النسبي لموجتى الدخول الحاملتين .



شكل (٦ / ١٥) : رسم مربعات لمنتخب قنوات ى ب ع
(أ) خروج المازج إلى مكبر و . ن فى حالة تحويل مفرد .
(ب) خروج المازج إلى منتخب القنوات (قناة ٥ أو ٦) فى حالة تحويل مزدوج .

ينتشر استخدام البللورات فى مرحلة المزج بدلا من الصمامات، رغم أن البللورات تعرض الإشارة لفقد (حوالى ٩ ديسبل) . وإذا استخدم الصمام الثلاثى كمازج فيمكن أن يعطى بعض الكسب ، ولكن للبلورات « معامل شوشرة Noise Factor » أحسن . هذا بالإضافة إلى أن البللورات أرخص ودوائرها أبسط .

عند استخدام مازج بللورى فى مغيِّر ى ب ع ، يعتمد كثيراً معامل الشوشرة للوحدة كلها على تردد خروج المازج . ومن الأفضل أن يكون تردد خروج مازج المغيِّر أقل ما يمكن ، لأن حالة الشوشرة تكون أسوأ كلما ارتفع تردد الخروج . ولما كان خرج المغيِّر يدخل إلى منتخب قنوات ى ع ج ، يكون أقل تردد خروج يمكن اختياره هو تردد القناة ٢ .

ومن جهة أخرى ، نجد أن مقدار ما يشعه المذبذب من قدرة يتناسب عكسياً مع مربع تردد خروج مازج المغيِّر. فكلما زاد تردد الخروج كلما قلت القدرة المشعة، وهذا يساعد فى التغلب على حدوث تداخلات غير مرغوب فيها .

وكحل وسط بين العاملين المتضادين وهما : ارتفاع تردد خروج مازج المغيِّر الذى يسبب الشوشرة، وانخفاض تردد خروج مازج المغيِّر الذى يسبب التداخل : تم اختيار حزمة ترددات تغطى القناتين ٥ و ٦ كأحسن حل وسط . وعلى ذلك نختار أى من القناتين ٥ أو ٦ ، تبعاً لخلو الإرسال عليها فى المكان الموجود به الجهاز ، ونضبط تردد خروج مازج المغيِّر عليها، ونغذيها به .

لا نستخدم فى المغيِّر مرحلة تكبير قبل المازج للتوفير . لأن استخدام صمام كمكبر وملحقاته من الدوائر تزيد من التكاليف . ولما كان مغيِّرى ب ع عبارة عن قطعة ملحقة بالجهاز ، فمن الأفضل أن تكون تكاليفها أقل ما يمكن.

(ب) شريحة ى ب ع : تستخدم فى منتخب قنوات الشرائح عن طريق إحلالها محل شريحة ى ع جـ غير مستعملة فى مكان الاستقبال . وأقصى عدد من القنوات التليفزيونية ى ع جـ يمكن استقباله فى مكان واحد هو ٧ . وهذا يترك لنا خمس شرائح غير مستعملة ، يمكن رفعها ووضع شرائح ى ب ع مكانها . ونحتاج إلى شريحة ى ب ع واحدة لاستقبال أحد قنوات ى ب ع .

باستخدام أى من الطريقتين السابقتين ، يمكن استقبال كل من إشارات ى ع جـ و ى ب ع . وبالنسبة لأجهزة التليفزيون التى نرسلها إلى أماكن بها محطات ى ب ع ، نجهزها لاستقبال ى ع جـ — ى ب ع مشترك . أما فى كثير من الأماكن ، حيث لا توجد محطات ى ب ع ، فيركب فى جهاز التليفزيون منتخب قنوات ى ع جـ فقط .

بالنسبة للقطع المستخدمة فى منتخب قنوات ى ب ع يجدر ملاحظة ما يلى . دوائر ى ب ع المنغمة تستخدم « ثوابت موزعة Distributed constants » كعناصر تنغيم ، مثال ذلك منغمات خط تغذية مقفل طوله ربع موجة ، عادة دائرى الشكل، وتتحرك عليه وصلة قفل منزلقة . هذا بينما تستخدم الدوائر الأقل تردداً « ثوابت مجمعة Lumped constants » مثل المكثفات والملفات .

ملخص (٦)

١ – الاستقبال المباشر هو أن تختار إشارة ى . ر التى يلتقطها الهوائى وتكبر بنفس ترددها إلى أن تصل إلى مرحلة الكشف .

٢ – الاستقبال السوبر هو أن نأخذ تردد الإشارة التى نستقبلها ثم نحول هذا التردد إلى تردد ثابت (ى.ن) . بعد ذلك يمر ى . ن فى مراحل التكبير المختلفة حتى مرحلة الكشف .

٣ – من مزايا جهاز السوبر هو أن إشارة ى . ن ذات التردد المنخفض هى التى تكبر آلاف المرات بدلا من الإشارة المستقبلة ذات التردد العالى . هذا مع العلم أن إشارة ى . ن ثابتة لجميع القنوات ، إذ أن حزمة ترددات ى.ن حسب النظام الأوربى يكون عرضها ٧ ميجاذ/ث من ٣٣,١٥ حتى ٤٠,١٥ ميجاذ/ث

٤ – محول التوفيق يقوم بتوفيق كل من إعاقتى خط التغذية ومكبر ى . ر ، مما يساعد على نقل أكبر قدرة ممكنة بينهما بالإضافة إلى منع حدوث انعكاسات فى خط التغذية .

٥ – مكبر ى . ر يحسن نسبة الإشارة للشوشرة، ويقلل من احتمال التداخلات ويقوم بعزل المذبذب المحلى عن الهوائى .

٦ – دور المذبذب المحلى فى منتخب القنوات هو توليد موجة ى . ر جيبية ذات تردد معين لتتضارب مع إشارة ى . ر المستقبلة لكى نحصل على التردد البينى .

٧ – توجد أربعة أنواع شائعة من المذبذبات هى : مذبذب هارتلى ، مذبذب كولبيتس ، مذبذب كولبيتس لوحه متصل بالأرض بالنسبة للإشارة ، ومذبذب التراوديون .

٨ – بالنسبة للطرق التى تستخدم فى اختيار القنوات ، نجد أن النوعين

الأكثر شيوعاً لمنتخب القنوات هما : منتخب قنوات نوع السويتش (بسكويتات) ، منتخب قنوات نوع التريت (شرائح) .

٩ - نتيجة لازدحام الإرسال التليفزيونى على مدى ى ع ح فى بعض الأماكن ، أضيف استخدام مدى ى ب ع فى مجال الإرسال التليفزيونى ليمكّن من استيعاب كثير من القنوات .

١٠ - يتمكن منتخب قنوات ى ع ح من استقبال قنوات ى ب ع بإحدى الطرق التالية : إضافة مغير ى ب ع ، أو استخدام شريحة ى ب ع .

أسئلة (٦)

١ - ما هو الاستقبال المباشر ؟ ولماذا راودت فكرته مصممى التليفزيون لفترة ؟ ولماذا يندر استخدامه حالياً ؟

٢ - ما هو عمل منتخب القنوات فى جهاز تليفزيون سوبر ؟ مع ذكر عمل كل مرحلة به .

٣ - ما هو عمل مفتاح منتخب القنوات ؟ وما عمل مفتاح الضبط الدقيق ؟

٤ - لماذا نستخدم محول توفيق ؟ اشرح أحد أنواعه بالرسم .

٥ - اذكر ثلاثة أسباب تدعو إلى استخدام مكبر ى . ر فى منتحب القنوات

٦ - ما ميزة استخدام مكبر ى . ر كاسكود بالمقارنة مع مكبر ى . ر يستخدم صماماً ثلاثياً أو خماسياً ؟

٧ - ارسم دائرة مكبر ى . ر نوع كاسكود واشرحها .

٨ - هل يمكن استخدام صمام واحد متعدد الشبكات كمذبذب ومازج ؟ إشرح لماذا .

٩ - اذكر أربعة أنواع شائعة من المذبذبات ، واشرح أحدها مستعيناً بالرسم

١٠ - ما العوامل التى تؤثر على تردد المذبذب المحلى بالتغيير ؟ وكيف يمكن الحد من تأثيرها ؟

١١ - ما هى أوجه الاختلاف بين منتخب قنوات نوع التريت ومنتخب القنوات نوع السويتش ؟

١٢ - ارسم دائرة منتخب قنوات نوع التريت ، واشرحها باختصار .

١٣ - ما عدد الملفات على كل من بسكويتة وشريحة ؟ ولماذا يختلف عـــدد الملفات على كل منها ؟

١٤ - ما هى الطرق التى تمكّن منتخب قنوات ى ع حـ من استقبال قنوات ى ب ع ؟

١٥ - لماذا ينتشر استخدام البللورات فى مرحلة المزج لمغيّر ى ب ع بدلا من الصمامات ؟

١٦ - لماذا نضبط عادة تردد خروج المازج البللورى لمغيّر ى ب ع على أى من القناتين ٥ أو ٦ تبعاً لخلو الإرسال عليها ؟

الباب ٧

قسم الترددات البينية للصورة

٧ / ١ منحنى استجابة مرحلة ى.ن الصورة :

بعد خروج اشارة ى.ن من دائرة المازج فى منتخب القنوات ، تدخل إلى مرحلة مكبر الترددات البينية . وفى تلك المرحلة تكبر الاشارة إلى آلاف المرات ، كما يتم حمايتها من تداخلات القنوات المجاورة وغيرها . أى أن مرحلة مكبر الترددات البينية تكون مسئولة عن أغلب التكبير والاختيارية للإشارة .

عرض حزمة ترددات ى.ن ، المطلوب تكبيرها ، يعتبر كبيراً . إذ أنه لنقل صورة ذات جودة عالية ، نحتاج إلى حزمة ترددات صورة عرضها ٤ ميجاذ / ث . ومقدرة جهاز التليفزيون على بيان كل تفاصيل الصورة تعتمد على عرض حزمة ترددات مكبر ى.ن الصورة . هـذا طبعاً بالإضافة إلى عرض حزمة ترددات منتخب القنوات ومكبر إشارة الصورة لأنها جميعها مكملة لبعضها ، إذ تمر الإشارة فيها جميعاً من واحدة إلى الأخرى .

وتتكون مرحلة الترددات البينية للصورة من عدة مكبرات ى.ن (عادة ثلاثة أو أربعـة ، وأحياناً اثنين فقط) للحصول على التكبير المطلوب . وتتحكم طريقة الربط بين مكبرات ى.ن الصورة فى عرض الحزمة .

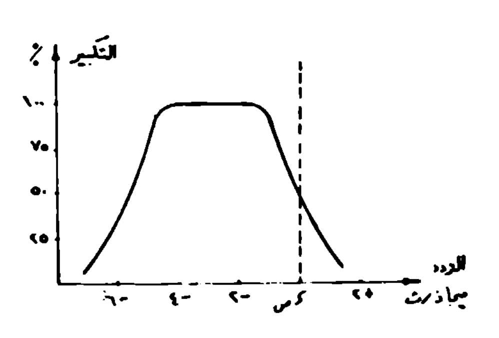
وطرق الربط المستخدمة هى :

ربط تنغيم خلافى Stagger-tuned

ربط محول

ربط مركّب

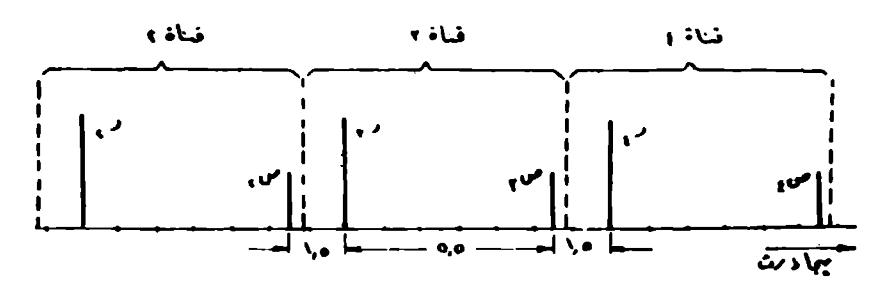
ومنحنى تمرير الحزمة لمكبرات ى . ن ، نتيجة لعمليات الربط المختلفة ، موضح بشكل (١/٧) حيث ى ص هو التردد البينى للموجة الحاملة للصورة ، ومقـــداره ٣٨,٩ ميجا ذ/ث حسب النظام الأورنى . وكما فى الشكل ى ص موجودة على جانب المنحنى وتكبر فى حـــدود ٥٠٪ . ومنحنى تمرير الحزمة المثالى يكون على شكل مستطيـــل



شكل (١/٧)

منحنى تمرير حزمة لمكبر ى.ن الصورة ، نحصل عليه إما بواسطة تنغيم خلافى، أو بواسطة مرشح تمرير حزمة ى ص = الموجة الحاملة لمرحلة ى.ن الصورة .

عرضه ٧ ميجا ذ/ث، أى بعرض القناة التليفزيونية . ولكن منحنى الاستجابة الذى نحصل عليه له جوانب مائلة تمتد فتسمح بمرور اشارات خارج حزمة السبعة ميجا ذ/ث إلى داخل الجهاز مما ينتج عنه « تداخلات Interference »



شكل (٢/٧) : عند استقبال القناة ٣ نجد أن أكبر احتمال للتداخل يكون بين ص ٣ و ر ٣ ، وكذلك يوجد احتمال للتداخل بين ر ٤ و ص ٣

ص ٢ ، ص ٣ ، ص ٤ = الموجة الحاملة للصوت للقنوات ٢ و ٣ و ٤

ر ٢ ، ر ٣ ، ر ٤ = الموجة الحاملة للصورة للقنوات ٢ و ٣ و ٤

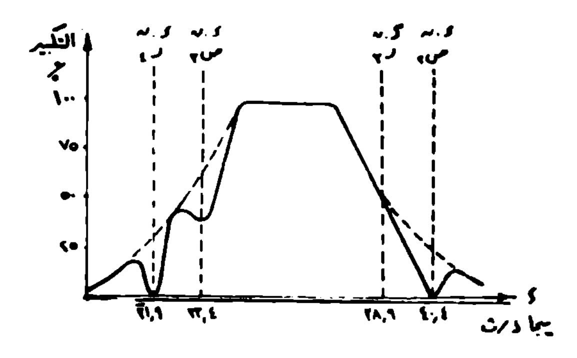
بالنظر إلى شكل (٧/٢) نجد أن أكبر احتمال للتداخل فى القناة ينشأ من الموجة الحاملة للصوت فى القناة المجاورة السفلى ، التى لا يفصلها عن الموجة الحاملة للصورة المطلوبة غير ١,٥ ميجا ذ/ث . وكذلك يوجد احتمال للتداخل من الموجة الحاملة للصورة فى القناة المجاورة العليا ، وخاصة عندما تكون شدتها أكبر من شدة إشارة القناة المطلوبة . ويحدث هذا غالباً فى حالة استقبال محطة بعيدة ضعيفة ، بينما توجد محطة محلية قوية ترسل على القناة المجاورة الأعلى .

يمكن تضييع تأثير إشارات التداخل ، أو الإقلال من تأثيرها ، وذلك بوضع مصايد موجات فى مكبر ى.ن الصورة . وتنغم مصايد الموجات على تردد إشارات التداخل ، وتوضع ، كلما أمكن ذلك ، فى المراحل الأولى من مكبر ى.ن . وفى النظام الأوربى تشغل حزمة تردد ى.ن من ٣٣,١٥ إلى ٤٠,١٥ ميجاذ/ث .

وتكون موجة التداخل الحاملة للصورة فى القناة المجاورة الأعلى هى ٣١,٩ ميجا ذ/ث . كما أن موجة التداخل الحاملة للصوت فى القناة المجاورة السفلى هى ٤٠,٤ ميجا ذ/ث . وعلى ذلك تنغم مصايد الموجات على ٣١,٩ ميجا ذ/ث و ٤٠,٤ ميجا ذ/ث ، فتحدث هبوطاً فى منحنى الاستجابة عند الترددات المذكورة ، كما هو واضح بشكل (٧/٣) . وتظل مصايد الموجات مضبوطة على نفس تلك الترددات على أى قناة ، لأن تردد ى.ن لا يتغير بتغير القناة ، وهذا يعتبر ميزة لجهاز الاستقبال السوبر .

النظام المتبع هو عدم استخدام قنوات متجاورة فى منطقة واحدة (مثلا يذاع على القنوات ٥ و ٧ و ٩ ، أى على قناه وترك القناة المجاورة التى تليها) . وقد يؤدى ذلك إلى التفكير فى عدم ضرورة استخدام مصايد الموجات المذكورة . ولكنه يوجد احتمال لاستخدام جهاز تليفزيون فى مكان يقع بين منطقتين مختلفتين ترسل على قنوات متجاورة ، وهـــذا يستلزم وجود مصايد الموجات المشار إليها .

بعض القنوات تتعرض لتداخل واحد وليس لاثنين ، وذلك فى حالة إذا لم يكن يسبقها أو يلحقها مباشرة قناة أخرى . فمثلا القناة خمسة فى النظام الأوروبى لا يسبقها مباشرة قناة أخرى ، إذ أنها مفصولة عن القناة أربعة ، وعلى ذلك فهى لا تتعرض لتداخل من الموجة الحاملة للصورة للقناة المجاورة العليا (٦) .



شكل (٣/٧) : عند استقبال القناة ٣ نحصل على هذا المنحنى المميز النهائى لمكبر ذ . ن الصورة ذ . ن ر٣ = ذ . ن الصورة للقناة ٣ ، ذ . ن ص٣ = ذ . ن الصوت للقناة ٣ ذ . ن ص٢ = ذ . ن الصوت للقناة ٢ المكبوتة ، ذ . ن ر٤ = ذ.ن الصورة للقناة ٤ المكبوتة

توجد مصيدة موجات ثالثة ضحلة « أى تقلل من الإشارة فقط ولا تضيعها كلية » تنغم على تردد ذ.ن للموجة الحاملة للصوت فى القناة المراد استقبالها (٣٣,٤ ميجاذ/ث) . فينتج عن ذلك هبوط فى منحنى الاستجابة عند هذا التردد . كما هو مبين بالشكل (٣/٧) . والسبب فى إضعاف الموجة الحاملة للصوت هو تفادى تداخلها مع إشارة الصورة فى مرحلة ذ.ن الصورة . ولكن بعد فصل إشارة الصورة تكبر إشارة الصوت بعد ذلك فى قسم الصوت حتى نحصل على إشارة تكفى لتشغيل السماعة .

التداخل الناشئ من إشارة الصوت على إشارة الصورة يظهر على الشاشة فى هيئة شرائط أفقية مظلمة ومنيرة . ويتغير عرض تلك الشرائط حسب تردد إشارة الصوت . كما تتناسب كافة الشرائط مع اتساع إشارة الصوت . وعندما يتغير كل من اتساع إشارة الصوت « ودرجة النغم

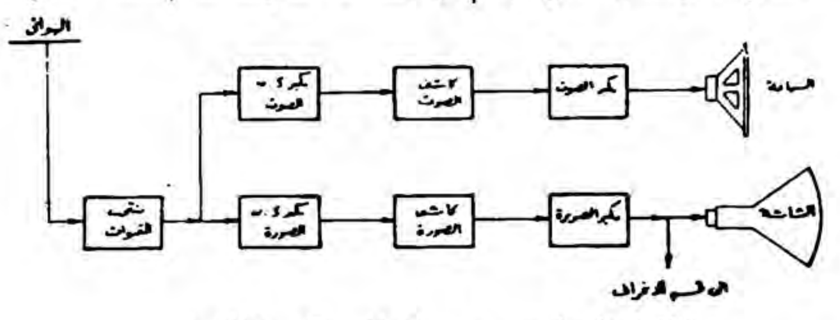
« Pitch » ، تظهر تعرجات تتحرك عبر الصورة ، تشبه الموجات الناشئة من هبوب ريح قوى على سطح الماء، كما فى الشكل (٧/٤) . هذا النوع من التداخل يسمى «الصوت على الصورة». ويمكن ظهور نوع آخر من التداخل. نتيجة تكبير كل من إشارتى الصوت والصورة معاً فى مرحلة ى.ن الصورة يسمى « الصورة على الصوت » . هذا التداخل يظهر فى الصوت على هيئة خشخشة إيقاعها ٥٠ ذ/ث .



شكل (٧/٤) : التداخل الناشىء من إشارة الصوت على إشارة الصورة يظهر على الشاشة فى هيئة شرائط أفقية مظلمة ومنيرة . أما صغر حجم الصورة ، كما فى الشكل ، فيرجع لسبب آخر .

٧ / ٢ طريقة الصوت المنفصل Split Sound :

لتفادى التداخلات التى تنشأ من تكبير إشارتى الصوت والصورة معاً فى مرحلة مكبر ى.ن ، استخدمت فى بادئ الأمر طريقة الصوت المنفصل . وكما فى شكل (٧/٥) نجد أن الصوت قد تم فصله وتكبيره



شكل (٧ / ٥) : رسم مربعات لطريقة الصوت المنفصل

فى مرحلة منفصلة خاصة بالصوت ، بينما يتم تكبير الصورة فى مرحلة خاصة بها كذلك . ويتم فصل الصوت عند نقطة ما بين المازج وكاشف الصورة ، عادة بعد عملية التكبير الأولى بمرحلة ى.ن الصورة .

لفصل إشارة الصوت عن إشارة الصورة ، تستخدم دائرة رنين « شفط »
ذات Q عالية القيمة ، لنحصل
على منحنى استجابة جوانبه شديدة
الانحدار . وشكل (٦/٧) يعطى
مثلا على كيفية فصل الصوت بعد
مرحلة المازج مباشرة بواسطة
دائرة رنين . ويوجد ربط حثى
بين دائرة الرنين هذه وبين ملف
خروج المازج . وتنغم دائرة الرنين
على تردد إشارة الصوت ، وهى
٣٣,٤ ميجاذ/ث حسب النظام الأوروبى .

شكل (٧ / ٦)
كيفية فصل الصوت بعد مرحلة المازج
مباشرة بواسطة دائرة رنين .

ويلاحظ أن أحد جوانب دائرة الرنين متصل بالأرض وأن إشارة الصوت مأخوذة من وصلة على الملف . وأن ملف المازج يكوّن مع سعة خروجه دائرة رنين منغمة على تردد يسمح بتكبير كاف لكل من إشارتى الصوت والصورة . ودائرة رنين الشفط ، بجانب أنها تفصل إشـارة الصوت ، فانها تحدث هبوطاً فى منحنى استجابة ى.ن للصورة عند تردد الرنين لدائرة الشفط .

تغذى إشارة الصوت من دائرة رنين الشفط إلى مكبر ى.ن للصوت . بعد ذلك تعالج الإشارة كما فى حالة جهاز استقبال راديو تعديل تردد . فبعد مكبر ى.ن للصوت ، تدخل الإشارة فى دائرة الكاشف (لها أنواع مختلفة) . وبعد الكشف على الإشارة ، تكبر فى مكبر الصوت ، ثم إلى السماعة حيث تتحول من إشارة كهربية إلى صوت مسموع .

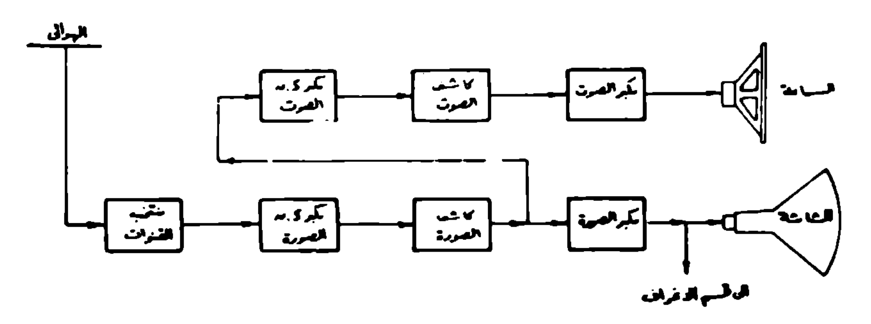
ومن ميزة طريقة الصوت المنفصل هى أن التنغيم الدقيق لا يسبب متاعب فى ضبطه ، إذ بضبط الصوت تماماً للحصول على أحسن أداء ، نحصل كذلك تلقائياً على أحسن صورة ممكنة . كما أن من ميزته أيضاً أنه يمكن

استقبال الإشارة الصوتية فى حالة حدوث أى عطل فى إرسال إشارة الصورة . وهذا يمكّن من سماع صوت المذيع وهو يعلن عن سبب العطل والوقت المقدر لإصلاحه ، وبذلك لا ينفصل المشاهد كلية عن الإرسال .

ومن عيوب طريقة الصوت المنفصل صعوبة المحافظة على تردد المذبذب المحلى فى الحدود الضيقة المطلوبة لتحويل إشارة ى.ر للصوت إلى حزمة الترددات الضيقة نسبياً لإشارة ى.ن للصوت . ويظهر هذا العيب أكثر كلما زاد تردد المذبذب المحلى ، لأن زيادة التردد تجعل مشكلة انحراف التردد أصعب . كما أن حدوث « ميكرفونى Microphonic » للمذبذب يجعله يغير من تردده ، وهذا بدوره يغير من تردد ى.ن فتخرج إشارة التردد البينى للصوت عن حدودها الضيقة .

٣/٧ طريقة الصوت المشترك Intercarrier Sound :

طريقة الصوت المشترك هى الطريقة التى ينتشر استخدامها فى الوقت الحاضر ، وهى تختلف بعض الشىء عن طريقة الصوت المنفصل ، أنظر شكل (٧/٧) . فرحلة منتخب القنوات كما هى ، وتقوم باستقبال الاشارة



شكل (٧/٧) : رسم مربعات لطريقة الصوت المشترك .

وتكبيرها وتحويلها إلى تردد بينى . وتدخل كل من إشارتى الصوت والصورة إلى مرحلة ى.ن الصورة ليتم تكبيرهما معاً ، ولكن ليس بنفس النسبة . فبينما يتم تكبير إشارة الصورة بطريقة طبيعية ، نجد أن إشارة الصوت تتعرض فى

بادیء الأمر لاضمحلال نتيجة لوجود مصيدة موجات فى أول مرحلة ى.ن الصورة . يتم هذا عن عمد لتضعف إشارة الصوت إلى الدرجة التى لا تسمح لها بالتضارب مع إشارة الصورة ، وذلك لمنع التداخل بينهما .

تمر كل من إشارتى الصورة والصوت معاً ، ليس فى كل مرحلة ى.ن الصورة فقط ، بل وفى مرحلة كاشف الصورة كذلك . فى مرحلة كاشف الصورة يتم الكشف عن إشارة الصورة،وبالإضافة إلى ذلك يحدث تضارب بين الموجة الحاملة للصوت والموجة الحاملة للصورة ، ينتج عنه فرق تردد مقداره ٥,٥ ميجاذ / ث . ويحتوى فرق التردد هذا على جميع معلومات الصوت بواسطة تعديل التردد .

تغذى إشارة الصورة ذات تعديل الإتساع بعد الكشف عليها إلى مكبر الصورة ، ثم إلى الشـــاشة . وتغذى إشارة الـ ٥,٥ ميجاذ / ث الخاصة بالصوت إلى مكبر ى.ن الصوت ، ثم إلى كاشف الصوت،فمكبر الصوت، وأخيراً إلى السماعة .

يظهر من ذلك أن الصوت ينفصل عن الصورة قبل كاشف الصورة فى حالة الصوت المنفصل ، وبعد كاشف الصورة فى حالة الصوت المشترك . كما أن التردد البينى للصوت يكون دائماً ٥,٥ ميجاذ/ث فى حالة الصوت المشترك .

كان يظن نظريا فى بادئ الأمر أن طريقة الصوت المشترك ســـتوفر مكبر ى.ن الصوت ، على اعتبار أن اشارة ٥,٥ ميجاذ/ث للصوت المأخوذة بعد كاشف الصورة ، ستكون من الشدة بدرجة تكفى لتوصيلها مباشرة إلى كاشف الصوت . وتأكد عدم إمكان تحقيق ذلك عمليا بسبب كبت إشارة الصوت ، فى أول مرحلة ى.ن للصورة ، إلى درجة أكبر بكثير مما كان متوقع نظرياً .

ولكن طريقة الصوت المشترك لها ميزة كبيرة فى حالة استقبال إشارات ضعيفة تنتج عنها صورة باهتة يغطيها المطر . إذ فى مثل تلك الحـــالات

يمكن الوصول إلى تقدم ملحوظ فى الصورة وذلك باعادة تنغيم المذبذب المحلى ، بواسطة الضبط الدقيق ، إلى تردد يقل بحوالى واحد ميجاذ/ث ، من تردده الأصلى . ينتج عن ذلك أن إشارة ى.ن للصورة تقل بمقدار ١ ميجاذ/ث ، أى من ٣٨,٩ إلى ٣٧,٩ ميجاذ/ث مثلا . وهذا يجعلها تتحرك إلى أعلى من منتصف الجانب المائل لمنحنى استجابة ى.ن المبين بالشكل (٣/٧) .

معنى ذلك أن تكبير الموجة الحاملة للصورة قد تضاعف مما ينتج عنه زيادة تباين الصورة ووضوحها ، رغم أن تفاصيل الصورة تقل لعـدم الاستفادة من كل عرض حزمة منحنى استجابة ى.ن . ولكن تبـاين الصورة فى هذه الحالة يكون هو الأهم لأنه يوضحها ، بينما نقص التفاصيل وظهور بعض التشويه لا يراعى بجانب الوضوح .

فى حالة تغيير تردد المذبذب المحلى فى عكس الاتجاه ، بحيث تتحرك الموجة الحاملة للصورة من منتصف الجانب المائل لمنحنى الاستجابة إلى أسفله ، يقل التباين وتزيد تفاصيل الصورة . وفى هذه الحالة يرتفـع الصوت ، ولكن يحدث تداخل بين الصوت والصورة

عند ضبط المذبذب المحلى بحيث ننقص تردده ١ ميجاذ/ث ، يقل تردد كل من الموجـة الحاملة للصورة والموجـة الحاملة للصوت بنفس القيمة . فيتغير التردد البينى للموجة الحاملة للصوت من ٣٣,٤ إلى ٣٢,٤ ميجاذ/ث مثلا . وفى حالة طريقة الصوت المنفصل ، يخرج التردد البينى للصوت إذا انحرف بمقدار ١ ميجاذ/ث ، عن حدود حزمة التمرير الضيقة لمكبر ى.ن للصوت التى عرضها حوالى ٣٠٠ ك ذ/ث . وفى هذه الحالة لا يمكن تحسين استقبال الصورة بإعادة تنغيم المذبذب كما تقدم ، لأنه ينتج عنها ضياع الصوت .

أما فى حالة طريقة الصوت المشترك ، فتظل قيمة ٥,٥ ميجاذ/ث الناتجة من تضارب الصوت والصورة فى الكاشف ثابتة رغم إعادة تنغيم

المذبذب . وهذا لأن الفرق بين تردد الموجة الحاملة للصورة وتردد الموجة الحاملة للصوت فى الاشارة المستقبلة هو ٥,٥ ميجاذ/ث . إذ أن هذا الفرق قد تحدد فى محطة الإرسال ولا يتأثر بإعادة تنغيم المذبذب ، ومن هنا يظهر أن إعادة تنغيم المذبذب لا يؤثر على استقبال الصوت . ويمكن للمشاهد عند استقبال إشارة ضعيفة أن يعيد تنغيم المذبذب بواسطة الضبط الدقيق فى الجهاز للحصول على صورة أوضح دون أن يضيع الصوت .

وإن كان عدم وجود نقطة تنغيم ثابتة يعتبر ميزة فى حالة الاستقبال الضعيف ، فإنه يعتبر عيب فى حالة الاستقبال الجيد . وذلك لأنه يحتاج إلى بعض الخبرة لضبط التنغيم الدقيق للحصول على أحسن صورة ممكنة بأكبر تفاصيل وأقل تشويه . بينما فى حالة طريقة الصوت المنفصل لا نجد مثل هذا العناء فى ضبط الجهاز . ويكفى أن نضبط على أعلى صوت نسبياً ، فنحصل بطريقة تلقائية على أحسن صورة ممكنة .

وهناك ميزة أخرى لطريقة الصوت المشترك وهى أن انحراف تردد المذبذب المحلى لأى سبب ، أو حدوث ميكروفونى له ، لا يؤثر على الصوت الصادر عن الجهاز . فأى تغيير فى تردد المذبذب المحلى ، يحدث تغيراً فى كل من تردد ى.ن للصورة وتردد ى.ن للصوت بنفس المقدار . وبذلك لا يتغير الفرق بينهما وهو ٥,٥ ميجا ذ/ث ، قيمة التردد البينى للصوت .

٧ / ٤ أنواع مصايد الموجات :

ذكرنا فيما سبق أن مرحلة الترددات البينية تحتوى على مصايد موجات للقيام بالآتى :

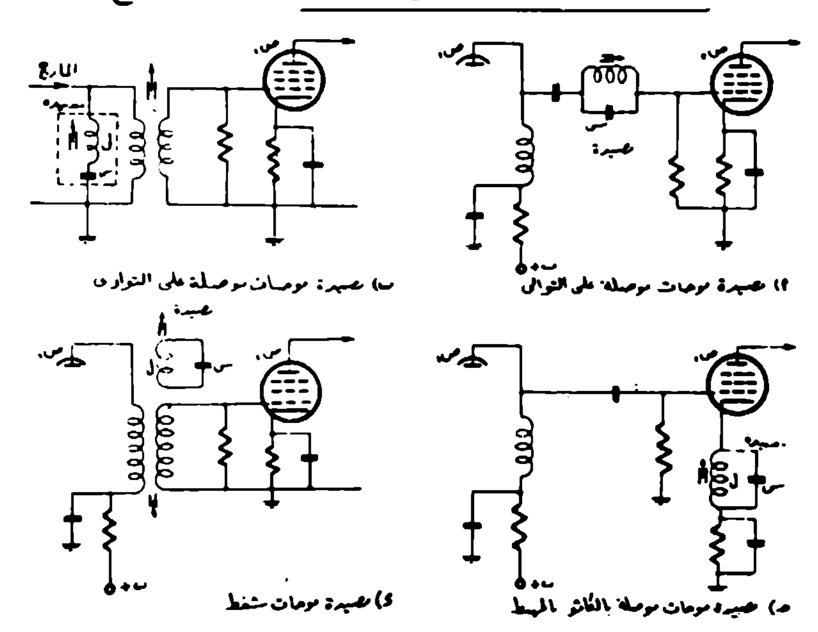
١ — منع التداخل الناشىء من الموجة الحاملة للصوت فى القناة المجاورة السفلى .

٢ — منع التداخل الناتج عن الموجة الحاملة للصورة فى القناة المجاورة العليا .

٣ — إضعاف الموجة الحاملة للصوت فى القناة التى تستقبلها إلى درجة تمنعها من التداخل مع إشارة الصورة .

وقد تكلمنا عن مصايد الموجات فى الباب الخامس . وسنتكلم الآن عن أهم أنواع مصايد الموجات المستخدمة فى مرحلة الترددات البينية للصورة ، وهى كالآتى :

(ا) مصيدة موجات موصلة على التوالى : دائرة هذا النوع موضحة



شكل (٨ / ٨) : أربعة أنواع لمصايد موجات تستخدم فى مرحلة ى.ن الصورة .
(أ) مصيدة موجات موصلة على التوالى (ب) مصيدة موجات موصلة على التوازى
(ح) مصيدة موجات موصلة بالمهبط (ى) مصيدة موجات شفط

بالشكل (٧ / ١٨) . وهى عبارة عن دائرة رنين توازى موصلة على التوالى بين مكبرى ى.ن ومنغمة على التردد المراد رفضه . والمصيدة منغمة تنغيما حاداً ، وبذلك ترفض عدة ترددات ضيقة . فعندما تظهر على لوح الصمام ص١ إشارة تداخل لها تردد رنين المصيدة ، تلاقى إعاقة شديدة من ل س تمنعها من الاستمرار . ولا يصل إلى شبكة

الصمام ص٣ إلا جزء لا يذكر منها . بينما إعاقة المصيدة للترددات الأخرى تكون طفيفة ، وبذلك تصل الإشارات المرغوب فيها بسهولة إلى دائرة الصمام ص٣ .

(ب) مصيدة موجات موصلة على التوازى : شكل (٨/٧ ب) يوضح دائرة لهذا النوع . وهى عبارة عن دائرة رنين توالى موصلة على التوازى مع الدائرة ومنغمة على تردد إشارة التداخل . وأى إشارة تداخل لها تردد رنين المصيدة لا تلاقى إعاقة من ل س المصيدة ويحدث لها قصر وتمرر إلى الأرض ، وبهذا تُمنع من الاستمرار إلى داخل الدائرة . أما الترددات المرغوب فيها فتستمر إلى داخل الدائرة ، ولا تمرر إلى الأرض لأن إعاقة المصيدة لها تكون كبيرة . وكلما كانت Q للمصيدة عالية ، كانت فاعليتها أكبر ، وعرض حزمة الترددات التى تمررها للأرض أضيق . أما فى حالة Q للمصيدة منخفضة ، تقل الفاعلية ويزيد عرض حزمة الترددات التى تمرر للأرض .

(ﺣ) مصيدة موجات موصلة بالمهبط : نرى فى شكل (٨/٧ ﺣ) الدائرة المذكورة . وهى عبارة عن دائرة رنين توازى موصلة بالمهبط ومنغمة على تردد إشارة التداخل . فعند تردد رنين المصيدة ، ترتفع إعاقتها ، وبالتالى ترتفع إعاقة دائرة المهبط ، مما ينتج عنه هبوط فى التكبير . أما عند الإشارات المرغوب فيها ، فتقل إعاقة المهبط ، فلا يتأثر التكبير إلا قليلا .

(ﺀ) مصيدة موجات شفط : دائرة هذا النوع كما فى شكل (٧ ٨ﺀ) وهى عبارة عن دائرة رنين توازى ، منغمة على تردد إشارة التداخل ، ومربوطة ربط ممانعة مع دائرة لوح مكبر ﺀ.ن . فعندما تمر بدائرة اللوح إشارة تداخل ترددها نفس تردد رنين المصيدة ، يتولد بدائرة رنين ل س المصيدة تيار كبير نتيجة لعملية الربط . وبذلك تشفط مصيدة الموجات طاقة إشارة التداخل من دائرة لوح المكبر ، فتمنعها من الوصول

إلى دائرة شبكة المكبر الذى يليه . أما فى حالة الإشارات المرغوب فيها ، فلا تحدث عملية الشفط ، وتمرر الإشارة من دائرة لوح المكبر إلى دائرة شبكة المكبر التالى . وهذا النوع هو أكثر الأنواع شيوعاً . وتنغم عادة مصايد الموجات بواسطة تحريك قلب حديدى (فيريت) داخل الملف .

٧ / ٥ طرق الربط بين دوائر مكبرات و.ن الصورة :

تقوم مرحلة الترددات البينيةللصورة بتكبير إشارة و.ن الصورة ذات حزمة الترددات الواسعة . ومقدار التكبير يحدد حساسية الجهاز ، وعرض الحزمة يحدد تفاصيل الصورة . ولو أن حساسية جهاز التليفزيون تعتمد كثيراً على الكسب فى منتخب القنوات ، إلا أن التكبير فى مرحلةالترددات البينية ومكبر الصورة يحدد النتيجة النهائية .

وتعرّف حساسية جهاز التليفزيون بمقـــدار ضغط الإشارة المستقبلة اللازم لتوليد إشارة ضغطها واحد ڤولت عند خروج كاشف الصورة . فمثلا إذا كانت حساسية الجهاز ٥٠ ميكروڤولت ، فهذا يعنى أن الكسب الكلى من الهوائى إلى كاشف الصورة هو ٢٠٠٠٠ مرة . ويتم الجزء الأكبر من هذا الكسب فى مرحلة الترددات البينية . ويعتمد الكسب فى مرحلة و.ن الصورة على تصميم المكبرات ، وعددها ، وضبطها . وقد ذكرنا فيما سبق أن عدد مكبرات و.ن ثلاثة أو أربعة ، وأحيانا مكبران فقط .

بيان تفاصيل الصورة مهم ، وخاصة فى حالة حجم الشاشة الكبير . وللحصول على بيان تفاصيل حسن نحتاج إلى عرض حزمة ترددات كاف (حـــوالى ٤ ميجاذ/ث) . ولكن زيادة عرض حزمة الترددات يعنى كسب أقل . ويعتمد عرض الحزمة على طريقة الربط بين دوائر المكبرات .

وطرق الربط والتنغيم المستخدمة هى كما يلى :

(ا) ربط محول (ب) تنغيم خلافى (ح) ربط مركب

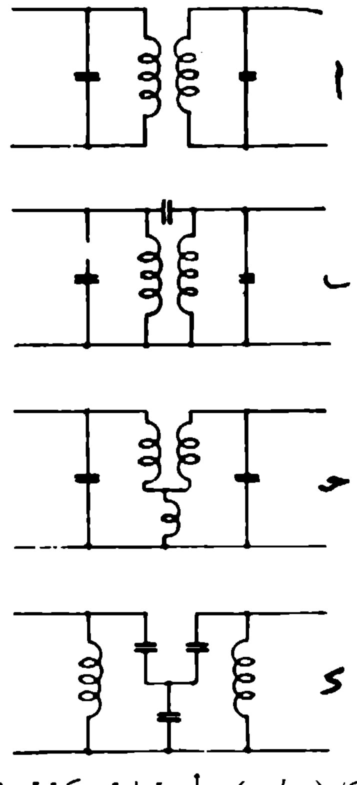
وسنتكلم عن ربط المحول والتنغيم الخلافى فيما يلى . أما بالنسبة للربط المركب فتوجد طرق ربط مركبة للربط بين المراحل المختلفة . ويمكن حصر طرق ربط تمرير الحزمة هذه فى الآتى :

ا – ربط حث . ب – ربط سعة . حـ – ربط محاثة مشتركة .
ء – ربط سعة مشتركة . أنظر شكل (٧/٩) .

٧ / ٦ ربط محول :

الربط بين الملف الابتدائى والملف الثانوى لمحول يحدد منحنى الاستجابة له . فعندما نصل إلى ربط حرج نحصل على منحنى له قمة واحدة عالية ، يحدد عرض حزمته التحميل أو مقدار Q للدائرة. فإذا زاد الربط تظهر للمنحنى قمتان منفصلتان وينقص ارتفاعه .

وعادة يكون عرض حزمة ترددات محول الربط فى مرحلة ء.ن للصورة حوالى ٤ ميجاذ / ث . وتجمع منحنيات الاستجابة على بعضها بمرور الإشارة فى مكبرات متتابعة . ونتيجة لعمليات التكبير المتكررة نحصل على منحنى استجابة يشبه منحنى مرحلة تكبير واحدة، غير أن جوانبه تكون أكثر انحداراً . وذلك بسبب ما تعرض له من تكبير فى المراحل المختلفة .

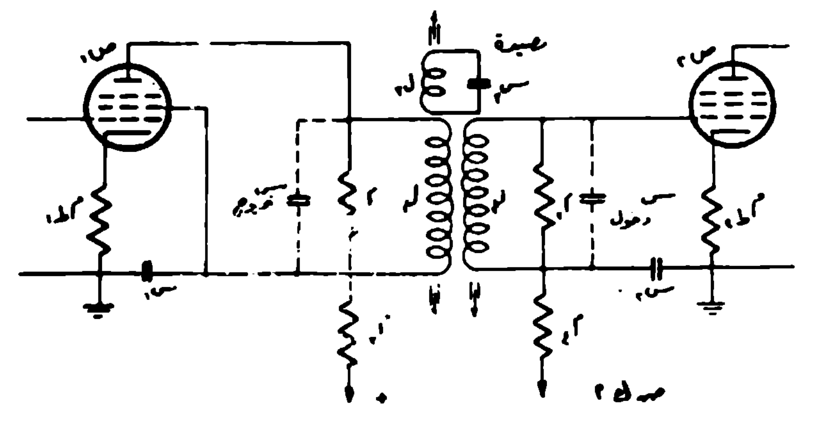


شكل (٧ / ٩) : أربعة طرق مركبة للربط بين المراحل المختلفة :
(أ) ربط حث (ب) ربط سعة
(حـ) ربط محاثة مشتركة
(ء) ربط سعة مشتركة

يستخدم بدل الربط الحرج ثلاثة ملفات تكوّن ثلاثة ··ائر تنغيم .

أحد الملفات ، ويعتبر الملف الابتدائى ، متصل بدائرة لوح صمام تكبير ، ويكوّن دائرة تنغيم مع سعة خروج الصمام . والملف الثانى ، ويعتبر الملف الثانوى ، متصل بدائرة شبكة الصمام الذى يليه ، ويكوّن دائرة تنغيم مع سعة دخول الصمام الثانى . أما الملف الثالث فيوصل مع مكثف ، وينغم على تردد غير مرغوب فيه ، ويستخدم كمصيدة موجات . وعادة تلف الملفات الثلاثة على مُشكّل واحد ، وتنغم بواسطة قلوب فيريت تتحرك بداخلها ، وتغطى بكوز معدنى حاجز .

شكل (٧/١٠) يوضح محول ربط مستخدم فى مرحلة و.ن الصورة . ونرى الملف الابتدائى ل$_1$ للمحول منغم مع س$_{خروج}$ ، بينما الملف الثانوى ل$_2$ منغم مع س$_{دخول}$. وكل من ل$_1$ و ل$_2$ له قلب فيريت خاص به يستخدم فى عمليـات الضبط والتنغيم . ونحصل على عرض حزمة كافى بواسطة مقاومات التحميل م$_1$ و م$_2$. والمقاومة م$_3$ تفصل بين ل$_1$ والضغط الموجب ، كما تخفض الضغط الموجب للقيمة المطلوبة لضغط اللوح . والملف ل$_2$ متصل بمصدر ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك أ) عن طريق المقاومة م$_4$. نزد على ذلك أن م$_{ط}$ تولد انحياز المهبط ، وهى غير ممرّرة بمكثف حتى يحدث استقرار لسعة دخول المرحلة بواسطة تغير الكسب الناشئ



شكل (٧ / ١٠): دائرة توضح محول ربط يستخدم فى مرحلة و . ن الصورة .

عن تغير الانحياز . $ل_م$ $س_م$ عبارة عن مصيدة موجات تنغم بواسطة القلب الفيريت على التردد الغير مرغوب فيه ، سواء كان تردد تداخل من القناة المجاورة أو تردد الموجة الحاملة للصوت .

٧/٧ التنغيم الخلافى Staggered Tuning :

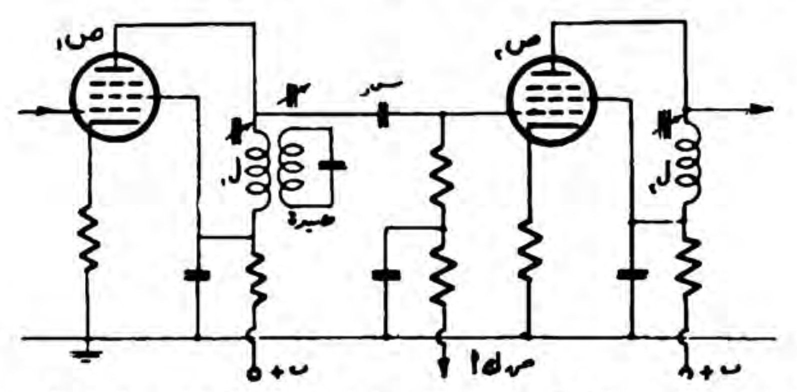
كثير من أجهزة التليفزيون تستخدم حالياً طريقة التنغيم الخلافى لربط مكبرات ى . ن . وطريقة التنغيم الخلافى عبـــارة عن أن مختلف مراحل الرنين تنغم كل منها على تردد مختلف فى حدود حزمة ترددات ى . ن . ويمكن تنغيم مرحلتى رنين على نفس التردد ، ولكن لا يحدث إطلاقاً أن تنغم جميع مراحل الرنين على نفس التردد .

ورغم اختلاف تردد الرنين لكل مرحلة وتعدد منحنيات الاستجابة ، إلا أن محصلتها تعطينا منحنى استجابة عام لقسم ى . ن الصورة له عرض حزمة ترددات كافية لبيان تفاصيل الصورة . ويستخدم فى عمليات الربط ، فى حالات التنغيم الخلافى هذه ، إما ملف مفرد أو « ملف ثنائى السلك Bifilar » (باختصار ملف ثنائى) .

(ا) الربط بملف مفرد : من الشائع عند استخدام ملف مفرد فى طريقة التنغيم الخلافى ، أنه يوصل فى دائرة اللوح ، بينما تستعمل فى دائرة الشبكة التالية مقاومة ربط . وعندما تكون قيمة مقاومة الربط هذه صغيرة ، يزيد عرض منحنى استجابة الملف الســـابق لها ، لأن كل من المقاومة والملف تعتبر موصلة على التوازى . وزيادة عرض الحزمة ضرورى لكى نحصل فى النهاية على عرض حزمة كلى حوالى ٤ ميجا ذ/ث . نتيجة تجميع الاستجابات المفردة لجميع الملفات المفردة الموجودة فى دوائر مكبرات ى . ن . والربط بواسطة الملفات المفردة بسيط من حيث التركيب والتشغيل والضبط .

فى شكل (١١/٧) رسم لدائرة مكبر ى . ن الصورة طريقة التنغيم الخلافى تستخدم ملفات منفردة فى عملية الربط . والملفات منغمة على ترددات

مختلفة داخل حزمة الترددات المطلوبة . ومقاومة الشبكة تساعد على توسيع عرض الحزمة . والشبكة الحاكمة للصمام ص٢ متصلة بضغط ض ك أ . وبالدائرة مصيدة موجات لشفط الترددات الغير مرغوب فيها .



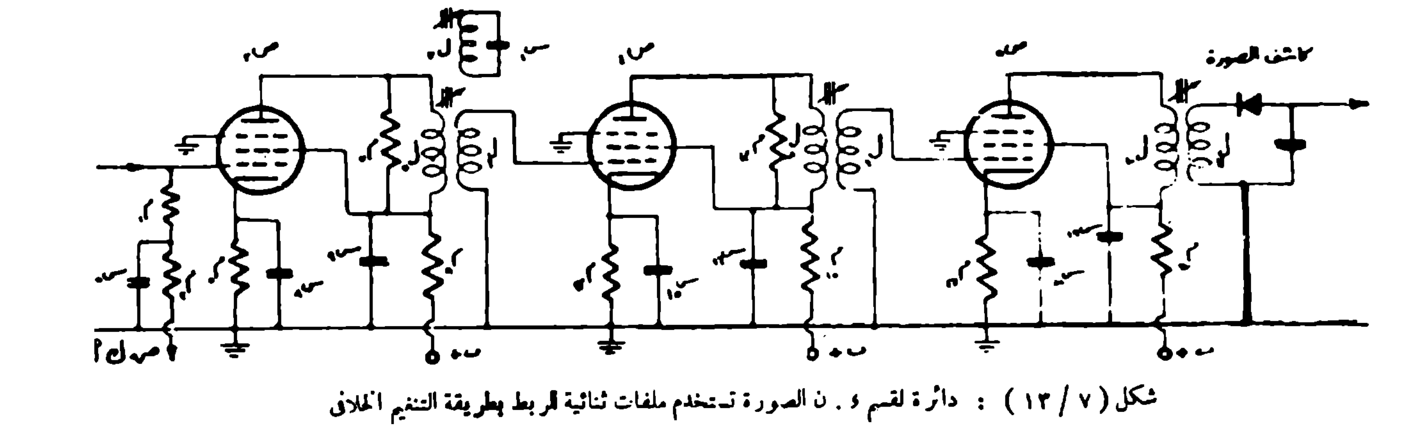
شكل (١١/٧) : دائرة لمكبر و . ن الصورة طريقة التنغيم الخلافى تستخدم ملفات منفردة .

(ب) الملف ثنائى السلك : رسمه كما فى شكل (١٢/٧) . ويتركب من ملفين موضوعين بالقرب من بعضهما بدرجة أن معامل الربط بينهما يصل إلى الواحد تقريباً . وهذا يعنى أن الضغط المتولد على أحدهما باعتباره ملف ابتدائى ، ينتقل إلى الآخر باعتباره ملف ثانوى . ويوجد داخل مُشكّل الملف قلب من الفيريت ، يستخدم الملفين فى وقت واحد .



شكل (١٢/٧) : ملف ثنائى السلك Bifilar coil .

وفى حالة استعمال الملف الثنائى بالدائرة يمكن الاستغناء عن مكثف الربط . كما يمكن كذلك الاستغناء عن « خانق ى.ر RF Choke » فى دائرة



شكل (٧ / ١٢) : دائرة لقسم ى . ن الصورة تستخدم ملفات ثنائية الربط بطريقة التنغيم الخلافى

دخول كاشف الصورة . وهذا يجعل استخدام الملف الثنائى اقتصادى أكثر من استخدام الملف المفرد ، لأنه يوفر قطع من الدائرة . بالإضافة إلى ذلك فإن دوائر الملف الثنائى أقل استجابة لنبضات الشوشرة .

٧ / ٨ مكبرات ى.ن تستخدم ملفات ثنائية للربط :

شكل (١/٣٧) يبين رسم لدائرة قسم ى.ن الصورة تستخدم ملفات ثنائية للربط بطريقة التنغيم الخلافى . ويتم التكبير فى ثلاثة مراحـــل ، ويتم الربط بواسطة ملفات ثنائية ، ويتم الضبط بطريقة التنغيم الخلافى ، ولما كان الربط بين الملفات الثنائية وثيق ، فإنها تعمل كدائرة تنغيم مفردة سعة التوازى فيها تتكون من سعة خروج الصمام وسعة دخول الصمام الذى يليه . وتكون الإشارة الخارجة من المازج فى قسم منتخب القنوات ، هى إشارة دخول قسم ى.ن الصورة .

دائرة لوح الصمام ص$_{٣}$ عبارة عن ملف ثنائى ل$_{٥}$ ل$_{٦}$. ويصلهـــا الضغط الموجب عن طريق المرشح م$_{٨}$ س$_{٩}$. ويقوم الملف الثنائى بنقل الإشارة من لوح الصمام ص$_{٣}$ إلى الشبكة الحاكمة للصمام ص$_{٤}$. والمقاومة م$_{٧}$ موصلة على التوازى الملف ل$_{٥}$ لتقوم بعملية كبت تمكن من الحصول على عرض الحزمة المطلوب . الدائرة ل$_{٥}$ ل$_{٦}$ منغمة على التردد ٣٤,٦ ميجاذ/ث .

ومصيدة الموجات مكونة من دائرة رنين التوالى ل$_{٧}$ س$_{١٠}$ ، وهى منغمة على التردد ٣٣,٤ ميجاذ/ث ، أى على تردد ى.ن للصوت . لذلك تسبب مصيدة الموجة هبوطا فى منحنى الاستجابة عند تردد ى.ن للصوت . ومصيدة الموجات مربوطة ربطا سائبا بالحث مع الملف الثنائى . ويصل الضغط الموجب للشبكة المعجلة للصمام ص$_{٣}$ عن طريق المرشح م$_{٨}$ س$_{٩}$. يصل إلى الشبكة الحاكمة للصمام ص$_{٣}$ ضكأ عن طريق م$_{١١}$.

مرحلة تكبير ى.ن الثانية عبارة عن دائرة الصمام ص$_{٤}$. يوجد فى دائرة اللوح ملف ثنائى ل$_{٨}$ ل$_{٩}$ ، تكبته مقاومة التوازى م$_{١٤}$ ويصله الضغط

الموجب عن طريق المرشح م$_{١٥}$ س$_{١٦}$ ، الذى يوصـــل الضغط الموجب كذلك للشبكة المعجلة للصمام ص$_{٤}$. والملف الثانى منغم على التردد ٣٨ ميجاذ/ث . ونحصل على ضغط الانحياز لشبكة ص$_{٤}$ بواسطة مقـــاومة المهبط م$_{١٣}$ الممرَّرة بالمكثف س$_{١٥}$.

مرحلة تكبير ء.ن الثالثة هى دائرة الصمام ص$_{٥}$. يصـــل الضغط الموجب عن طريق المرشح م$_{١٧}$ س$_{١٩}$ للوح الصمام ص$_{٥}$ وشبكته المعجلة . ويتولد ضغط الانحياز السالب للصمام ص$_{٥}$ بواسطة مقاومة المهبط م$_{١٦}$ الممررة بالمكثف س$_{١٨}$. ويربط الملف الثنـــائى ل$_{١٠}$ ل$_{١١}$ دائرة لوح ص$_{٥}$ بدائرة كاشف الصورة ، والملف الثانى منغم على التردد ٣٥ر٨ ميجاذ/ث . ولا توجد مقاومة كبت على ل$_{١٠}$ ، ولكن دائرة كاشف الصورة تكبت ل$_{١١}$. والصمامات ص$_{٣}$ ص$_{٤}$ ص$_{٥}$ فى هذه الدائرة من طراز EF 80 .

ملخص (٧)

١ ــ مرحلة مكبر الترددات البينية للصورة تقوم بأغلب أعمال التكبير والاختياريَّة للإشارة . كما أن عرض حزمة ترددات ء.ن الصورة تؤثر على مقدرة جهاز التليفزيون على بيان كل تفاصيل الصورة .

٢ ــ تتحكم طريقة الربط بين مكبرات ء.ن الصورة فى عرض الحزمة. وطرق الربط المستخدمة هى :

(ا) ربط تنغيم خلافى .

(ب) ربط محول .

(حـ) ربط مركَّب .

٣ ــ يوجد احتمال تداخل فى القناة التليفزيونية ينشأ من الآتى :

(ا) الموجة الحاملة للصوت فى القناة المجاورة السفلى .

(ب) الموجة الحاملة للصورة فى القناة المجاورة العليا .

٤ — توضع مصايد موجات ، منغمة على تردد التداخل ، فى مكبرات ى.ن الصورة ، بغرض تضييع تأثير إشارات التداخل ، كما أن النظام المتبع هو عدم استخدام قنوات متجاورة فى منطقة واحدة لتفادى تداخل القنوات .

٥ — لمنع تداخل الصوت على الصورة ، فى حالة الصوت المشترك ، توضع فى مرحلة ى.ن الصورة مصيدة موجات منغمة على تردد ى.ن الموجة الحاملة للصوت لإضعافها .

٦ — فى طريقة الصوت المنفصل يتم فصل إشارة الصوت عن إشارة الصورة ، وتكبر كل منهما فى مرحلة منفصلة خاصة بها .

٧ — فى طريقة الصوت المشترك تمر إشارتى الصورة والصوت معاً فى كل مراحل ى.ن الصورة ، وكذلك فى مرحلة كاشف الصورة حيث يحدث تضارب بين الإشارتين ، ينتج عنه فرق تردد مقداره ٥,٥ ميجاذ/ث يحتوى على جميع معلومات الصوت بواسطة تعديل التردد .

٨ — أنواع مصايد الموجات المستخدمة فى ى.ن الصورة هى :

(ا) مصيدة موجات موصلة على التوالى .

(ب) مصيدة موجات موصلة على التوازى .

(حـ) مصيدة موجات موصلة بالمهبط .

(د) مصيدة موجات شفط .

٩ — تعرف حساسية جهاز التليفزيون بمقدار ضغط الإشارة المستقبلة اللازم لتوليد إشارة ضغطها واحد فولت عند خروج كاشف الصورة .

أسئلة (٧)

١ — ما تأثير تكبير وعرض حزمة مرحلة ى.ن الصورة على الصورة التليفزيونية ؟

٢ — ارسم دائرة تستخدم فى فصل إشارة الصوت عن إشارة الصورة، فى حالة الصوت المنفصل .

٣ – أذكر أربعة أنواع مختلفة لمصايد الموجات ، وارسم اثنين منها .

٤ – ما مميزات استخدام الملف ثنائى السلك فى الربط بين مراحل تكبير ى.ن الصورة ؟

٥ – متى تنفصل كل من إشارتى ى.ن الصورة والصوت فى نظام الصوت المنفصل وفى نظام الصوت المشترك ؟

٦ – ارسم دائرة ى.ن للصورة تستخدم محول ربط ، بما فى ذلك مصايد الموجات المختلفة .

٧ – ارسم دائرة ى.ن للصورة تستخدم طريقة التنغيم الخلافى .

٨ – ما فائدة مصايد الموجات فى دائرة ى.ن الصورة، وما هى إشارات التداخل التى تسبب متاعب أكثر ؟

٩ – فاضل بين نظام الصوت المشترك ونظام الصوت المنفصل .

١٠– ارسم منحنى استجابة ى.ن الصورة فى حالة عدم وجود مصايد موجات ، وفى حالة وجودها .

الباب ٨

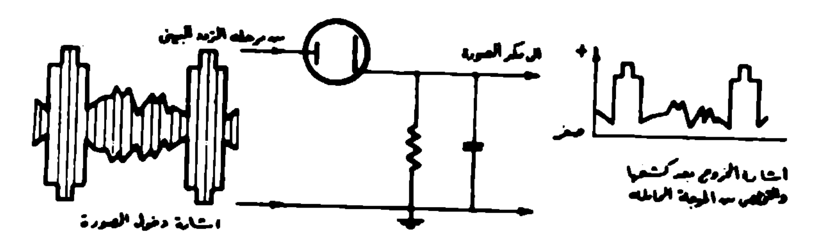
قسم الصورة

٨/ ١ كاشف الصورة :

بعد تكبير إشارة ى . ن الصورة فى مرحلة الترددات البينية للصورة تدخل إلى كاشف الصورة . ثم تخرج الإشارة من كاشف الصورة بعد أن تكون قد تخلصت من الموجة الحاملة ، وتحولت إلى إشارة تعديل الصورة التى كانت قد شكلت الموجة الحاملة فى جهاز الإرسال . ولما كانت إشارة الصورة معدلة تعديل اتساع ، فإنه يمكن الكشف عليها بكاشف تعديل إتساع عادى .

شكل (٨ / ١) يبين دائرة مبسطة لكاشف الصورة . ونجد على شمال الشكل رسما لإشارة الصورة المركّبة عند دخولها إلى الكاشف . أما على يمين الشكل فتظهر الإشارة بعد الكشف عليها والتخلص من الموجة الحاملة . وظاهر أن الكاشف قد ضيّع نصف الإشارة الأسفل . وفائدة مكثف الترشيح الموجود على مقاومة الحمل هو تضييع ترددات ى . ن ، تاركاً إشارة تعديل الصورة فقط عند خروج الكاشف . ويجب أن تكون قيمة مكثف الترشيح كبيرة بما يكفى لعملية ترشيح ى.ن . ولكن يجب الحذر من أن تكون قيمته كبيرة جداً وإلا نعمّ إشارة الصورة المعدلة نفسها ، فلا نحصل إلا على ضغط مستمر غير معدل !

تشغل إشارة الصورة الخارجة من الكاشف مدى ترددات من حوالى ١٠ ذ/ث حتى ٥ ميجا ذ/ث . وتظهر متاعب من استخدام دائرة الكاشف شكل (٨ / ١) فى محاولة تمرير كل حزمة ترددات الصورة هذه، وذلك بسبب « السعة الشاردة Stray Capacitance » التى توجد بجميع الدوائر . ولمعالجة ذلك ولتحسين استجابة الترددات العالية للدائرة ، نعمل تعديلين :



شكل (٨ / ١) : رسم مبسط لكاشف الصورة ، مبيناً به الشكل الموجى لكل من إشارتى الدخول والخروج .

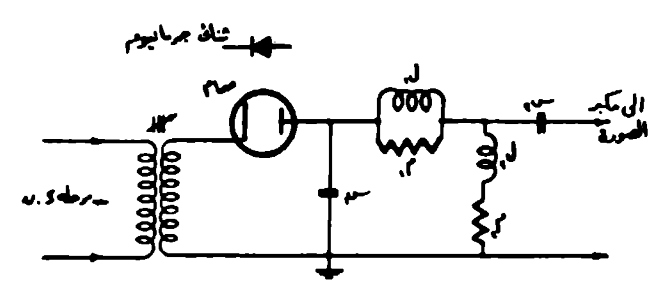
أولا : نجعل قيمة مقاومة الحمل صغيرة جداً . وهذا يقلل من فاعلية السعة الشاردة فى عمل قصر على جزء الترددات العالية للإشارة بعيداً عن مقاومة الحمل .

ثانياً : إدخال ملف أو أكثر فى مسار الإشارة . وهذه الملفات تميل إلى تكوين دوائر رنين مع السعة الشاردة والسعة الموجودة بالدائرة ، وبذلك يقلل من تأثيرها على الإشارة .

شكل (٨ / ٢) به دائرة كاشف صورة به التعديلات التى تكلمنا عنها . إشارة ى . ن الداخلة تغير من ضغط المهبط بالنسبة إلى اللوح . ويمر تيار من اللوح — عندما يكون المهبط سالباً بالنسبة إلى اللوح — فى ل١ و م١ الموصلين على التوازى ، ثم فى ل٢ فمقاومة الحمل م٢ فإلى الأرض ، وأخيراً إلى المهبط خلال الملف الثانوى للمحول .

يلاحظ أن فى دائرة حمل الكاشف يوجد عدد اثنين « ملف ذروى Peaking Coil » ل١ ل٢ . ونصمم الملفين ومقاومة الحمل الصغيرة للمحافظة

على استواء استجابة هذه الدائرة حتى ٥ ميجاذ/ث . و م، موصلة على التوازى مع ل، لمنع الملف الذروى من رفع الترددات العالية أكثر من اللازم . ويمكن إنتاج تلك الملفات بحيث تكون بها سعة موزعة كافية لتكوين دائرة رنين فى حدود تردد الصورة . وفى تلك الحالة يزيد الضغط عند هذا التردد عن الضغوط عند ترددات أخرى . وتوصيل مقاومة على الملف يسمح للملف بالعمل بطريقة طبيعية حتى تردد الرنين . وعند تردد الرنين ، تحمل المقاومة الملف وتمنع إعاقته من الارتفاع الكبير .



شكل (٨ / ٢) : دائرة كاشف صورة بها مقاومة حمل صغيرة وملفان ذرويان .

يستخدم عادة ، هذه الأيام ، فى الدائرة السابق شرحها « ثنائى بللورى Crystal Diode » بدلا من الصمام الثنائى . والثنائى البللورى ليس أكثر من تطوير للكاشف البللورى القديم الذى كان يستخدم فى بادئ عهد اللاسلكى . وغالباً ما تستخدم بللورات من الجرمانيوم لهذا الغرض ، واسمها « ثنائى جرمانيوم » . وشكل (٨ / ٢) السابق شرحه يوجد به رسم لثنائى جرمانيوم بجوار الصمام الثنائى يمكن إحلاله محله فى الدائرة .

ميزة استبدال الصمام الثنائى بثنائى الجرمانيوم فى الدائرة هى كالآتى : أولا توفير الطاقة اللازمة لتسخين المهبط ، لأن مهبط ثنائى الجرمانيوم لا يحتاج إلى تسخين . وثانياً توفير مكان التجميع على الشاسيه لصغر حجم ثنائى الجرمانيوم :

٨ / ٢ مكبر إشارة الصورة :

الإشارة الخارجة من كاشف الصورة تكون ضعيفة وتحتاج إلى تكبير من حوالى ١٥ إلى ٢٠ مرة قبل توصيلها إلى صمام الشاشة . يقوم بهذا التكبير المطلوب مكبر إشارة الصورة ، أو باختصار « مكبر الصورة » . وعادة يتكون مكبر الصورة من مرحلة واحدة ، وهى تكفى للتكبير المطلوب . ويجب أن يكون منحنى استجابة المكبر مستوى من حوالى ٣٠ ذ / ث إلى ٥ ميجا ذ/ث ، حتى يتم تكبير كل إشارة الصورة بالتساوى .

بمقارنة مكبر الصورة هذا ، ذو مدى الترددات الواسع ، بمكبر الصوت نجد الآتى : مدى ترددات مكبر الصورة حوالى ٥ ميجاذ / ث ، بينما مدى ترددات مكبر الصوت حوالى ١٥ ك ذ / ث . أى أن مدى ترددات مكبر الصورة أكبر بعدة مئات المرات عن مدى ترددات مكبر الصوت ، وهذا يوجد صعوبات عند تصميم مكبر الصورة .

بالإضافة إلى ذلك نجد أن تكبير إشارة الصورة أكثر حساسية لتشويه الوجه من تكبير إشارة الصوت ، لأن الأذن ليست حساسة لتشويه الوجه بمقدار حساسية العين له . فبالنسبة لإشارة الصورة تظهر أهمية تشويه الوجه ، لأن الصورة التى ترسم على الشاشة تعتمد على الشكل الموجى للإشارة . وتشويه الوجه يغير هذا الشكل الموجى ، وبذلك تتغير الصورة المرسومة على الشاشة .

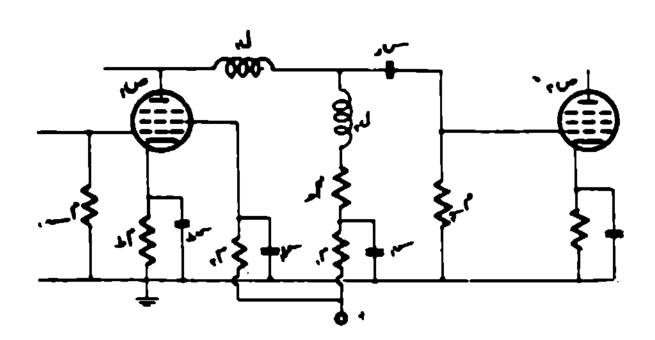
(ا) استجابة الترددات العالية :

يحد من استجابة الترددات العالية لأى مكبر وجود سعة طفيلية تضيع تأثير التكبير عند تلك الترددات العالية. ويمكن حصر السعات الطفيلية التى تسبب ذلك فيما يلى : سعة دخول المرحلة التالية — سعة خروج الصمام — السعة بين الأسلاك . تقل إعاقة السعة الكلية سك لمجموع تلك السعات كلما ارتفع التردد . وعندما تصل قيمة إعاقة السعة الكلية إلى أقل بمقدار ١٠ مرات من

قيمة مقاومة الحمل ، يبدأ الضغط الواصل للمرحلة التالية يقل بسرعة .

عندما تكون مقاومة الحمل كبيرة يزيد التكبير ولكن تقل استجابة الترددات العالية . أما فى حالة مقاومة حمل صغيرة فيقل التكبير وتزيد استجابة الترددات العالية . وعليه يمكن زيادة عرض حزمة الترددات بتصغير مقاومة الحمل ، ولكن ذلك يكون على حساب التكبير .

يمكن زيادة عرض الحزمة بتوصيل ملف ذروى مع مقاومة الحمل ، مثل ل$_{٢}$ شكل (٨ / ٣) . إذ أن ل$_{٢}$ والسعة الطفيلية الكلية س$_{ك}$ مع مقاومة الحمل م$_{١}$ تكوّن دائرة رنين عند تردد مرتفع . ويختار تردد الرنين هذا بحيث يكون أعلى قليلا من تردد نقطة القطع للدائرة . وعليه فعندما يبدأ منحنى الاستجابة فى الهبوط يحدث الرنين فتظل إعاقة الحمل ثابتة .



شكل (٨ / ٣) : دائرة بها وسائل زيادة عرض حزمة الترددات .

- يمكن كذلك زيادة عرض الحزمة بطريقة أخرى وهى توصيل ملف ذروى بلوح الصمام ، مثل ل$_{١}$ شكل (٨ / ٣) . ومهمة الملف ل$_{١}$ هو تقسيم السعة الطفيلية إلى جزئين ، إذ أن سعة خروج الصمام تفصل عن سعة دخول الصمام الذى يليه . وبذلك تقل السعة الطفيلية على مقاومة الحمل م ، فيمكن استخدام مقاومة حمل أكبر لنفس استجابة التردد . واستخدام مقاومة حمل أكبر يزيد من التكبير . وفى الدوائر العملية يستخدم كل من ل$_{١}$ و ل$_{٢}$ للحصول على استجابة وتكبير أحسن مما فى حالة استخدام ملف واحد فقط .

(ب) استجابة الترددات المنخفضة :

يحد من استجابة الترددات المنخفضة الأقل من ٣٠٠ ذ/ث ويسبب تشويه الوجه فى مكبر م س ما يأتى : مكثف الربط $س_{ر}$ كلما قل التردد ، فينتج عن ذلك أن يقل ضغط الإشارة الواصل إلى مقاومة انحياز الشبكة $م_{ش}$ للصمام التالى . بالإضافة إلى نقص ضغط الإشارة هذا ، يحدث تشويه وجه عندما تزيد ممانعة $س_{ر}$ على مقاومة $م_{ش}$ بأكثر من ٥ مرات . ويمكن تلافى ذلك بزيادة قيمة $م_{ش}$ و $س_{ر}$ ، ولكن هذا له حدود . ويمكن أيضاً تلافى ذلك باستخدام دائرة تعويض ، مثل $م_{١}س_{١}$ شكل (٨/٣) . وعمل دائرة التعويض كالآتى :

عند تردد أعلى من ٣٠٠ ذ/ث تكون ممانعة $س_{١}$ صغيرة فيظهر تأثيرها كقصر على $م_{١}$ ، وتصبح قيمة مقاومة الحمل هى $م_{ح}$ فقط تقريباً . وعندما يقل التردد تزيدممانعة $س_{ر}$ ، فيقل ضغط الإشارة الواصل إلى $م_{ش}$ يعوض ذلك أن ممانعة $س_{١}$ تزيد ، وعليه تزيد مقاومة الحمل إلى أكثر من $م_{ح}$ ، فينتج عن ذلك أن يزيد ضغط الإشارة الواصل للمرحلة التالية ، وبهذه الطريقة يمكن المحافظة على استواء الاستجابة حتى تردد منخفض .

تتكون إعاقة المهبط من $م_{ط}$ $س_{ط}$ شكل (٨/٣) . وكلما قل التردد ، تزيد ممانعة $س_{ط}$ ، وينتج عن هذا انخفاض ضغط الخروج ، رغم أنه يقلل من تشويه الوجه وتشويه التردد . وللحصول على أقصى تكبير يجب أن تكون قيمة $س_{ط}$ أكبر ما يمكن .

تأثير دائرة الشبكة الحاجبة يكون كالآتى : عندما يزيد الجهد الموجب للشبكة الحاكمة ، يمر تيار أكبر فى الشبكة الحاجبة فينخفض ضغطها . أما عند زيادة الجهد السالب للشبكة الحاكمة ، يقل مرور التيار فى الشبكة الحاجبة . فإذا لم تمرر الشبكة الحاجبة جيداً للأرض بواسطة مكثف تمرير $س_{٢}$ شكل (٨/٣) ، فإن تيارها يولد ضغطاً متعرجاً عليها . هذا الضغط المتعرج على

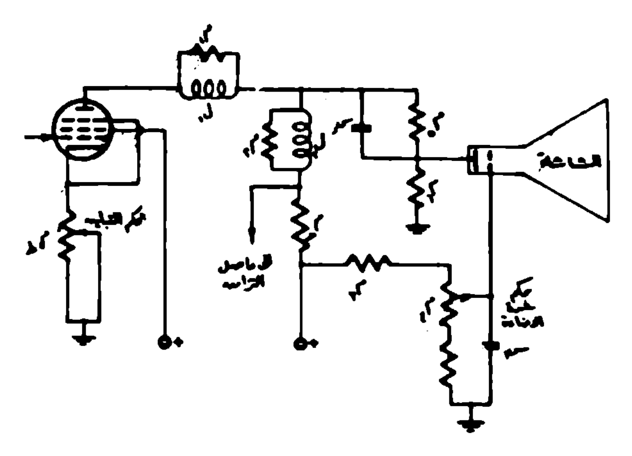
الشبكة الحاجبة يكون سالباً عندما يكون ضغط الشبكة الحاكمة موجباً ، والعكس صحيح . أى أن كل منهما يعاكس الآخر . وللتقليل من هذا التأثير يختار مكثف تمرير ممانعته ، عند أقل تردد مطلوب تمريره ، تساوى واحد من عشرة من المقاومة م$_{٢}$ شكل (٨ / ٣) .

(حـ) دائرة مكبر صورة :

شكل (٨ / ٤) يبين دائرة مكبر صورة من مرحلة واحدة ذو « ربط مباشر Direct Coupling » . إشارة الصورة الخارجة من الكاشف توصل مباشرة إلى شبكة صمام التكبير . فيتم تكبير الإشارة مع مركبة التيار المستمر لها . ويلاحظ أن الإشارة تغير استقطابها بعد الخروج من المكبر ، لتصل إلى مهبط أنبوبة الشاشة ولها وجه صورة سالب . وعمل مقاومة المهبط المتغيرة م$_{ط}$ هو التحكم فى تباين الصورة ، وذلك بتغيير كسب مكبر الصورة . فبإنقاص قيمة المقاومة المتغيرة م$_{ط}$ ، يقل انحياز المهبط ، فيزيد كسب المكبر وتباين الصورة . م$_{ح}$ عبارة عن مقاومة الحمل للمكبر . وفائدة الملفين الذرويين ل$_{١}$ و ل$_{٢}$ هى زيادة استجابة المكبر عند الترددات العالية للصورة ، كما سبق شرحه . أما م$_{١}$ و م$_{٢}$ فهما مقاومتى كبت موصلتان عبر الملفين ، بغرض توسيع استجابة ترددهما .

توصل إشارة الصورة الخارجة من المكبر ، مع مركّبة التيار المستمر لها ، إلى مهبط أنبوبة الشاشة عن طريق م$_{٥}$ و س$_{ر}$. وتفصل م$_{٥}$ مهبط أنبوبة الشاشة عن الضغط الموجب للوح الصمام ، حتى لا يتأثر انحياز الشاشة كثيراً بالتغير البطئ جداً لضغط المنبع . يمكن اختيار قيمة كل من م$_{٥}$ و س$_{ر}$ لتعويض الترددات المنخفضة حتى التيار المستمر ، لتعطى مركّبة التيار المستمر لإشارة الصورة إلى مهبط أنبوبة الشاشة . بالإضافة إلى ذلك ، تكوّن م$_{٥}$ مع م$_{٦}$ مجزئ ضغط ، ليقلل من ضغط المنبع المستمر الواصل إلى مهبط أنبوبة الشاشة .

في الدائرة شكل (٨ / ٤) موضوع الحديث ، يلاحظ أن الربط المباشر يجعل مهبط الشاشة موجباً بالنسبة للأرض بمقدار +٨٢ ف . ولكن ضغط



شكل (٨ / ٤) : دائرة لمكبر صورة من مرحلة واحدة يستخدم طريقة الربط المباشر .

الشبكة الحاكمة للشـــاشة ، الواصل عن طريق تحكم شدة الإضاءة $م_{٤}$ ، يساوى + ٦٠ ف . من ذلك نحصل على ضغط سالب لانحياز شبكة الشاشة مقداره ــ ٢٢ ف . وتكوّن $م_{٣}$ مع $م_{٤}$ مجزئ ضغط ليعطى مدى الضغط المستمر اللازم لشدة الإضاءة المطلوبة . وفائدة مكثف التمرير $س_{١}$ الموجود على $م_{٤}$ هو تمرير الشبكة الحاكمة للشاشة إلى الأرض ، حتى تظهر إشارة الصورة الموجودة على $م_{٦}$ بين شبكة الشاشة ومهبطها .

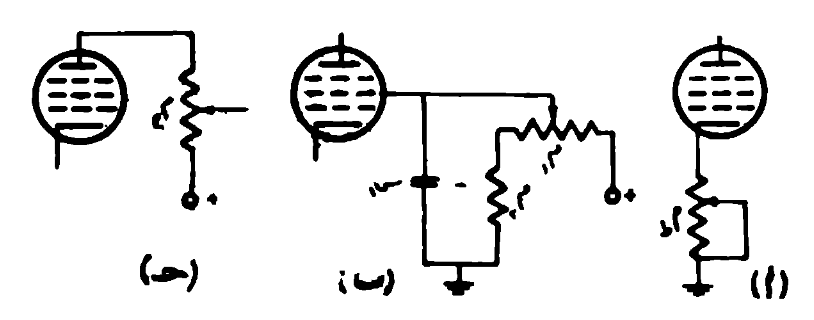
٨ / ٣ تحكم التباين وتحكم شدة الاضاءة :

عند شرح الدائرة بالشكل السابق ذكرنا «تحكم التباين» . والغرض من تحكم التباين هو ضبط كمية إشارة الصورة الواصلة إلى أنبوبة الشاشة . ومفتاح تحكم التباين (أو باختصار التباين) موجود فى متناول اليد خارج الجهاز ، على واجهته مثلا . ويمكن للمشاهد ضبط مفتاح التباين حتى يحصل على تباين صورة يرضى ذوقه . فقد يرغب المشاهد فى زيادة تباين الصورة إذا كانت الحجرة منيرة ، وقد يرغب فى انقاص التباين عندما تكون الحجرة المظلمة ؛

ويمكن القول أن مفتاح تحكم التباين فى جهاز التليفزيون يقابل مفتاح ضبط الصوت فى جهاز الراديو .

بإدارة مفتاح التباين لزيادته ، تزيد إشارة الصورة الواصلة إلى الشاشة ويتسع تأرجحها بين الأبيض والأسود ، فنحصل على تباين أكبر . وبادارة مفتاح التباين فى عكس الاتجاه لانقاص التباين ، يقل إتساع تأرجح إشارة الصورة الواصلة للشاشة ، فينقص التباين . فأى تحكم يغير مقدار إشارة الصورة المتغيرة الواصلة للشاشة ، يمكن استخدامه كتحكم تباين . ويكتفى بالتحكم الأوتوماتيكى لقسم منتخب القنوات وقسم التردد البينى للصورة ، ويقتصر تحكم التباين اليدوى على قسم مكبر الصورة .

التحكم فى التباين بدائرة مكبر الصورة يمكن أن يتم بواسطة تغيير مقدار التكبير ، أو أخذ الجزء المطلوب من إشارة الصورة . ويبين شكل (٨ / ٥) ثلاثة دوائر لتحكم التباين فى مكبر الصورة . فى الشكل (ا) نجد أن مقاومة المهبط $م_{ط}$ تعطى انحياز المهبط لمكبر الصورة . وبتحريك الوصلة المتحركة نحو المهبط ، يزيد التكبير ويزيد التباين . أما فى الشكل (ب) فيتغير التكبير بتغير ضغط الشبكة الحاجبة بواسطة المقاومة المتغيرة $م_{١}$. وفى شكل(ح) نأخذ الجزء المطلوب من إشارة الصورة بواسطة الوصلة المتحركة على مقاومة الحمل $م_{ح}$.



شكل (٨ / ٥) ثلاثة دوائر لتحكم التباين اليدوى :
(أ) انحياز مهبط متغير (ب) ضغط شبكة حاجبة متغير (ح) أخذ جزء من إشارة الصورة

قد نحتاج لضبط انحياز أنبوبة الشاشة عندما نغير من قناة لأخرى ، أو حتى على قناة واحدة تحت ظروف مختلفة . لذلك يوصل مجزئ ضغط إلى دائرة انحياز الشاشة ، ويوصل بمفتاح خارج الجهاز فى متناول اليد ، ويسمى تحكم شدة الإضاءة . هذا المفتاح يمكن المشاهد من ضبط انحياز الشاشة والتحكم فى شدة إضاءة الصورة .

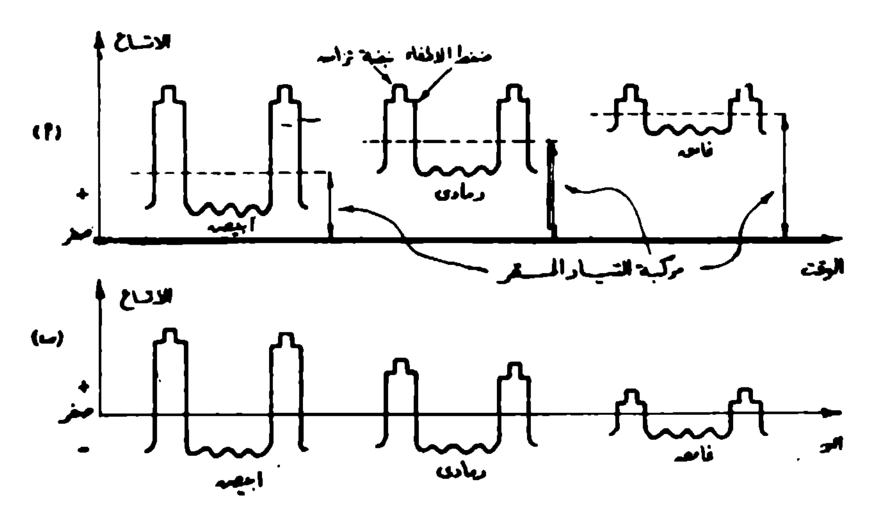
يرتبط كل من تأثيرى تحكم شدة الإضاءة وتحكم التباين ببعضهما . فإذا ضبطنا التباين ليكون مرتفعاً ، يتطلب ذلك إعادة ضبط شدة الإضاءة ليلائم الوضع الجديد . فبتصغير انحياز الشاشة ، يزيد متوسط إضاءة الصورة . وزيادة انحياز الشاشة كثيراً ما يسبب ضياع بعض أجزاء الصورة الغامقة اللون ، ويقلل متوسط الإضاءة . ولتصحيح هذه الحالة الأخيرة يمكن إما ضبط شدة الإضاءة ، أو ضبط التباين إلى أن نحصل على الوضع السليم للصورة .

٨ / ٤ مُرَجِّع التيار المستمر DC Restorer :

عندما تكلمنا عن إشارة الصورة المركَّبة ، عرفنا أنه بين كل نبضة تزامن وإطفاء والتى تليها ، توجد إشارة الكاميرا المتغيرة . وإشارة الكاميرا تتغير من بيضاء قرب مستوى الصفر إلى مظلمة عند مستوى نبضة الإطفاء ، كما هو مبين فى الشكل (٨/ ٦) . وبتوصيل هذه الإشارة إلى أنبوبة الشاشة يتولد عن كل قيمة مختلفة لضغط الإشارة نقطة على الشاشة ذات شدة إضاءة مختلفة . ونحصل على الصورة كاملة من جميع هذه التغيرات الضوئية .

بمقارنة الثلاث إشارات المرسومة فى شكل (٨ / ٦ أ) نجد أن كل منها تحوى نفس التفاصيل للصورة ، والفرق بينها أن الإشارة الأولى تعطى صورة شديدة الإضاءة ، والثانية تعطى نفس الصورة بإضاءة متوسطة ، أما الثالثة فتعطى نفس الصورة بإضاءة ضعيفة . أى أن الثلاث إشارات تعطى نفس الصورة لتشابه تغيرات إشارة الكاميرا بها . ولكنها تختلف فى شدة الإضاءة لاختلاف مستوى متوسط التغيير .

ونطلق على مستوى متوسط التغير اسم «مركّبة التيار المستمر» (ت.س D.C.) ، كما نطلق على التغير نفسه اسم مركّبة التيار المتغير (ت. غ A.C.) . ويمكن تغيير مستوى متوسط الإشارة بإدخال ضغط مستمر ، وذلك لجعل الصورة النهائية أقل أو أكثر إضاءة ، كما نرغب .



شكل (٨ / ٦) : (أ) إشارات صورة مركبة تحتوى على مركبة التيار المستمر .
(ب) إشارات صورة مركبة فقدت مركبة التيار المستمر .

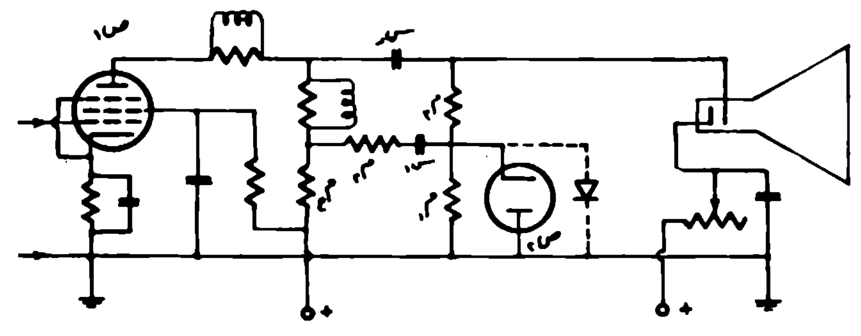
تحتوى إشارة الصورة المركبة الخارجة من كاشف الصورة على مركبتى التيار المستمر والمتغير ، بالإضافة إلى نبضات الإطفاء والتزامن . ولكن عندما تمر هذه الإشارة فى مكثف ربط بمكبر الصورة ، فإنها تفقد مركبة ت.س ، وذلك لعدم إمكان مرور تيار أو ضغط مستمر بالمكثف . وعندما تفقد الإشارة مركّبة التيار المستمر، تظهر كما فى شكل (٦/٨ ب) . وفى هذه الحالة يلاحظ أن الإشارة ليست على جانب واحد من خط الصفر ، بل يقسمها هذا الخط بحيث أن المساحة المحصورة بين الإشارة والخط متساوية فوقه بتحته .

وينتج عن فقد مركبة التيار المستمر الآتى :

أولا : يقل متوسط الإضاءة ونحصل على أرضية أغمق ، رغم أن تفاصيل الصورة تظل سليمة .

ثانياً : يختل مستوى نبضات الاطفاء ولا تصير قممها على نفس المستوى الواحد . يتضح هذا من شكل (٨ / ٦ ب) حيث نرى أن قمم نبضات الاطفاء للاشارات الثلاثة ليست على نفس المستوى ، فقمة نبضة إطفاء الإشارة البيضاء مرتفعة ، بينما قمة نبضة إطفاء الإشارة الغامقة منخفضة ، أما الرمادى فبين بين . ينتج عن عدم استواء نبضات الاطفاء أن تتعرض الصورة لعدم الثبات وخاصة فى حالة إشارة ضعيفة . ويتأثر بذلك أساساً الثبات الرأسى ، لأن التزامن الرأسى يتم مباشرة بواسطة النبضات . أما التزامن الأفقى فأقل تعرضاً لتغير اتساع النبضات وذلك لوجود « ضابط التردد الأوتوماتيكى Automatic Frequency Control » (ض.ت.أ A.F.C.) . نتيجة لعدم استواء نبضات الاطفاء ، نجد أن بعضها لا ينجح فى توصيل أنبوبة الشاشة إلى نقطة القطع عند ارتداد شعاع الكهارب ، مما يترتب عليه ظهور آثار الشعاع المرتد على الشاشة .

شكل (٨ / ٧) به رسم دائرة لمرجّع التيار المستمر . ص١ عبارة عن مكبر الصورة النهائى ، وتظهر إشارته على مقاومة الحمل م ح . هذه الإشارة



شكل (٨ / ٧) : دائرة مرجع التيار المستمر .

ذات وجه موجب للصورة . لأنها موصلة إلى شبكة أنبوبة الشاشة وليست إلى المهبط . وعلى ذلك نجد أن نبضات الاطفاء والتزامن هى أكثر الجهود سالبية . وحتى يستجيب صمام مرجّع التيار المستمر ص$_{٢}$ إلى تلك النبضات ، يجب أن يكون معكوساً ، كما فى الشكل (٨ / ٧) .

عند وصول نبضات سالبة إلى ص$_{٢}$، يصير المهبط سالباً بالنسبة إلى اللوح ، فيوصل الصمام . ويمر التيار فى الصمام، من المهبط إلى اللوح فإلى الأرض . ويتم التيار الدائرة من الأرض خلال الصمام ص$_{١}$ ، عائداً إلى مهبط ص$_{٢}$ ، ماراً فى م$_{٢}$ و س$_{١}$. وعنـــدما يمر هذا التيار فى س$_{١}$ فأنه يشحن المكثف إلى قمة الضغط الموجود على م$_{ح}$. ويكون استقطاب س$_{١}$ بحيث أن قطبه المتصل بمهبط ص$_{٢}$ يكون موجباً بالنسبة للقطب الآخر .

عند نهاية النبضة ، يتوقف توصيل ص$_{٢}$. ويبدأ س$_{١}$ فى التفريغ . ويكون التفريغ من القطب السالب للمكثف س$_{١}$ ماراً فى المقاومات م$_{أ٢}$ و م$_{ح}$ إلى مصدر الضغط الموجب فإلى الأرض . وتتم الدائرة من الأرض إلى القطب الموجب للمكثف س$_{١}$ عن طريق المقاومة م$_{أ١}$. ولأن تيار الكهارب يمر من أسفل المقاومة م$_{أ١}$ إلى أعلاها ، يصير جهد أسفلها سالباً بالنسبة إلى أعلاها . والاختيار السليم لقيم م$_{أ١}$ س$_{١}$ وكذلك قيم المقاومات الموجودة فى مسار التفريغ ، يجعل ضغط الانحياز المتولد على م$_{أ١}$ يظل ثابتاً لفترة تساوى عدة خطوط .

يصل ضغط الانحياز مباشرة إلى شبكة أنبوبة الشاشة خلال المقاومة م$_{أ٢}$. وبهذه الطريقة يتحد ضغط الانحياز مع إشارة الصورة المركَّبة . فيرجّع مركّبة التيار المستمر إلى الإشارة . يلاحظ كذلك أن م$_{أ٢}$ تمنع إشارة الصورة الموجودة على شبكة الشاشة من التمرير إلى الأرض عن طريق السعة الداخلية للصمام ص$_{٢}$. مكثف الربط س$_{ر}$ يمنع الجهد الموجب من الوصول إلى ص$_{٢}$ وشبكة الشاشة؛ ولا يتعرض لإرجاع مركّبة التيار المستمر الذى يولدها الصمام ص$_{٢}$.

يتغير الضغط المتولد على م$_{أ١}$ كلما تغير مستوى نبضات التزامن الواصلة . ويستخدم هذا الضغط كضغط انحياز متغير باستمرار . يحاول دائماً جعل كل

نبضات التزامن فى نفس المستوى . وهذا هو شكل إشارة الكاميرا فى الاستديو الذى نحصل عليه نفسه فى جهاز الاستقبال باستخدام مُرَجِّع التيار المستمر .

يمكن الاستعاضة عن الصمام ص٣ بموحد بللورى، كما هو ظاهر بالشكل (٨/٧) وموصل بخط منقط . يجب ملاحظة أن مرجِّع التيار المستمر يستخدم فى حالة وجود مكثف ربط فى الدائرة . أما الدائرة ذات الربط المباشر فلا تحتاج لمرجِّع تيار مستمر لعدم ضياع مركبة ت. س فى هذه الحالة بعكس الحالة السابقة .

ليس من الضرورى أن كل دائرة مكبر صورة بها مكثف ربط تستخدم مرجِّع تيار مستمر . إذ أن كثيراً من أجهزة التليفزيون الموجودة لا تستخدم مرجِّع التيار المستمر سواء فى حالة الربط المباشر أو ربط المكثف. والسبب فى هذا هو الاقتصاد فى تصميم الجهاز ، طالما أن ذلك لا يؤثر كثيراً على جودة الصورة .

فى حالة ضياع مركَّبة التيار المستمر لعدم استخدام مرجِّع ت.س ، نحصل على صورة أغمق . وللتغلب على هذا ، نزيد عادة من شدة الإضاءة بواسطة التحكم اليدوى الخاص بذلك . ولكن هذا بدوره غالباً ما يتسبب فى ظهور آثار خطوط ارتداد الشعاع المضايقة . ولتخليص الشاشة من آثار ارتداد الشعاع ، أصبح من الشائع توصيل نبضة سالبة لشبكة الشاشة (أو نبضة موجبة لمهبطها) خلال فترة الارتداد الرأسى . هذه النبضة توصل أنبوبة الشاشة إلى نقطة القطع ، فتمنع مرور شعاع الكهارب ، وتضيِّع آثار الارتداد الرأسى فى أى وضع لتحكم التباين وتحكم شدة الإضاءة .

ضياع مركَّبة ت.س يقلل كذلك من مدى تباين الصورة . وقد أمكن التغلب جزئياً على هذا بتطوير الطبقة الفسفورية للشاشة بحيث يكون لها مدى تباين أوسع . وفى تلك الحالة يصعب على المشاهد أن يحس بفقد مركبة ت.س .

٨ / ٥ ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك أ AGC) :

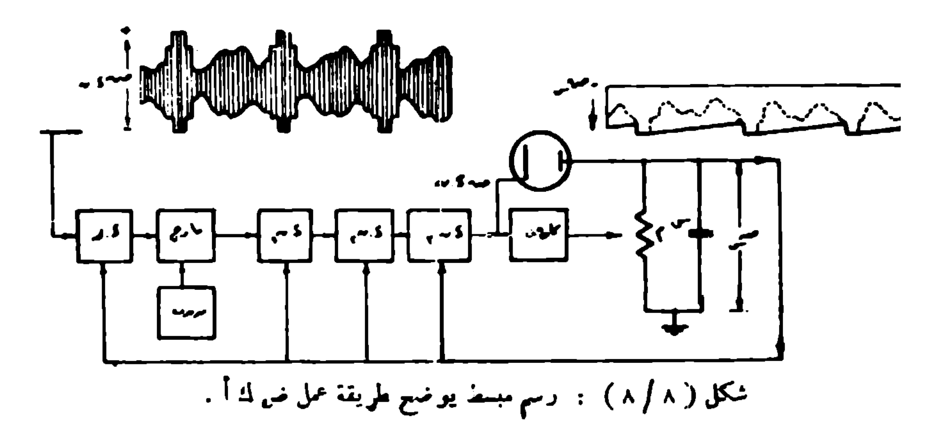
الغرض من ض ك أ هو رفع أو خفض التكبير الكلى لجهاز الاستقبال أوتوماتيكياً حسب شدة الإشارة التى يستقبلها الهوائى ، وذلك حتى نحافظ على مستوى موحد لشدة الإشارة الخارجة من كاشف الصورة ، بصرف النظر عن التغير فى شدة الإشارة المستقبلة . وهذا يحافظ على ثبات شدة الصورة ، ويساعد على استقرار ضغوط النبضات الواصلة لدوائر التزامن . تظهر أهمية ذلك خاصة عندما تكون الإشارات المستقبلة ضعيفة ، أو فى حالة شوشرة عالية

فى شكل (٨/ ٨) رسم مبسط يوضح طريقة عمل ض ك أ . وفى نهاية مكبر ى.ن وقبل كاشف الصورة يوجد صمام ثنائى هو صمام ض ك أ ، ويلاحظ الآتى :

(ا) وضع صمام ض ك أ يكون معكوساً بحيث يعطى ضغطاً مستمراً سالباً.

(ب) قيمة مكثف التنعيم س كبيرة بحيث يضيع شكل التعديل بالإضافة إلى تضييع ى . ن ، وتكون النتيجة أن نحصل على ضغط مستمر عملياً قيمته ثابتة .

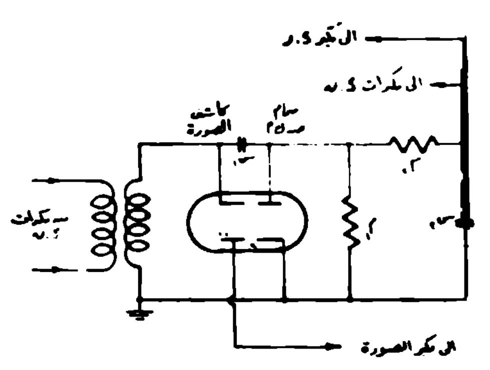
(حـ) قيمة ضغط ض ك أ . لا تعتمد على شكل التعديل ، بل على مستوى النبضات . ولما كان مستوى النبضات هو مستوى شدة الموجة الحاملة ، فعليه تعتمد قيمة ضغط ض ك أ على شدة الإشارة المستقبلة .



شكل (٨ / ٨) : رسم مبسط يوضح طريقة عمل ض ك أ .

يوصل ضغط ض ك أ المستمر الســالب إلى شبكات مكبر ى . ر ومكبرات ى . ن فيحدث الآتى بطريقة أوتوماتيكية : عندما تكون الإشارة المستقبلة شديدة ، يزيد الضغط السالب الواصل إلى الشبكات الحاكمة للمكبرات فيقل التكبير . وعندما تكون الإشارة المستقبلة ضعيفة ، يقل الضغط السالب الواصل إلى الشبكات الحاكمة للمكبرات فيزيد التكبير . ينتج عن ذلك أن تظل الإشارة الخارجة من كاشف الصورة ثابتة تقريباً رغم التغيير فى شدة الإشارة المستقبـــلة .

فى شكل (٨ / ٩) دائرة ض ك أ بسيطة . تصل إشارة الصورة من مكبر ى.ن الأخير عن طريق المحول إلى صمام كاشف الصورة وصمام ض ك أ . والصمامان المبينان بالشكل عبارة عن صمام ثنائى مزدوج . يوصل المكثف س١ الإشارة إلى لوح صمام ض ك أ ، فيمر بالصمام تيار مستمر يجعل الجهد على أعلى المقاومة م١ سالباً . والمقاومة م١ هى مقاومة الحمل لصمام ض ك أ . وتكوّن م٢ س٢ مرشح ض ك أ له ثابت زمن حوالى ١,٠ ثانية . ولما كان الوقت بين نبضتى تزامن متتاليتين صغير بالنسبة لثابت الزمن هذا ، فإن س٢ لا يتمكن من التفريغ ، ويظل الضغط عليه مساوياً تقريباً لمستوى ضغط قمة نبضات التزامن ، الذى يعتبر مقياساً لشدة الموجة الحاملة. والضغط السالب على س٢ هو ضغط ض ك أ الذى يوصل إلى مكـــبرات ى.ن الأول والثانى ومكبر ى.ر .



شكل (٨ / ٩) : دائرة ض ك أ بسيطة .

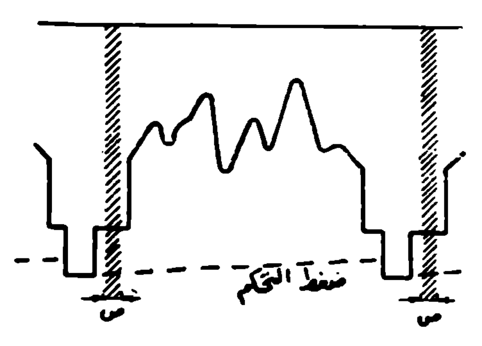
٨ / ٦ ض ك أ المحجوز Keyed or Gated AGC :

عيب ض ك أ السابق شرحه هو أن ضغط التحكم الناتج منه يتأثر

بنبضات التداخل التى لا تمت بصلة إلى إشارة الصورة . وعادة يكون إتساع نبضات التداخل هذه أكبر من إتساع الإشارة التليفزيونية المطلوبة ، وخاصة فى الأماكن النائية عن محطة الارسال . ولما كانت دائرة ض ك أ تتأثر دائماً بأكبر إتساع ، فإن نبضات التداخل القوية تسبب ضبطاً مزيفاً لضغط التحكم مما ينتج عنه إضعاف إشارة ى.ن . وإضعاف إشارة ى.ن يجعل الصورة باهتة ، بالإضافة إلى أنه يؤدى إلى خلل فى التزامن تكون نتيجته تمزق الصورة وفقد الثبات الخطى . وإذا ضعفت إشارة ى.ن إلى حـــد كبير قد يسبب اختفاء الصورة كلية لفترة ما .

نضيف إلى ذلك أنه لا يحدث ضرر من التغير البطئ فى مستوى ض ك أ أما إذا حدث تغير سريع ومستمر فى مستوى ض ك أ ، فإن ذلك يؤثر على انحياز المكبرات ، وتبعاً لذلك يؤثر على الصورة نفسها . يحدث ذلك مثلا عندما تمر طيارة بجوار مكان جهاز الاستقبال ، ويتكرر هذا كثيراً بجوار المطارات . للتغلب على المتاعب الناتجة من نبضات التداخل وتأثير الطائرات ، نستخدم ض ك أ محجوز .

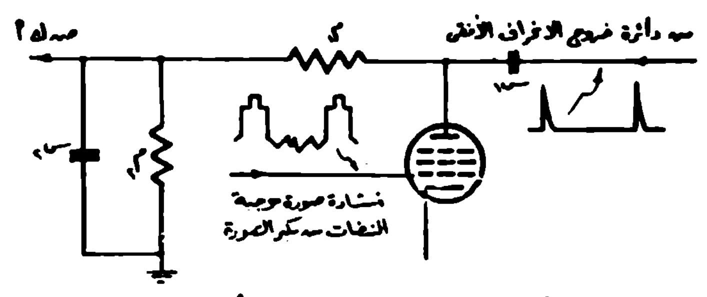
ض ك أ المحجــوز يعمل غالباً بواسطة صمام متعدد الشبكات ، يمر به تيار فقط أثناء الجزء الخلفى لنبضة الإطفاء . وفـترة مرور التيار القصيرة مبينة بالعلامة ص فى الشكل (٨/ ١٠) . واحتمال حدوث تداخل أثناء تلك الفترة القصيرة قليل . ويظل صمام



شكل (٨ / ١٠) : طريقة عمل ض ك أ المحجوز . تعمل الدائرة فقط أثناء الفترة القصيرة المبينة بالعلامة ص . وبذلك لا يمكن أن تتأثر بنبضات التداخل التى تصل خلال باقى الوقت .

ض ك أ فى حالة قطع ولا يمر به تيار طول المدة بين الفترات ص ، غير متأثر بأى تداخلات حتى ولو كانت قوية .

شكل (٨ / ١١) يبين دائرة ض ك أ محجوز . ويقوم الصمام بعمليتى التوحيد والتكبير لضغط ض ك أ . وتوصل إشارة الصورة المركّبة مع مركّبة التيار المستمر من مكبر الصورة إلى الشبكة الحاكمة للصمام . وفى نفس الوقت توصل نبضات من دائرة خروج الانحراف الأفقى إلى لوح الصمام ، فتجعله موجباً أثناء فترة نبضة التزامن الأفقى . وفى حالة عدم دخول إشارة الصورة ينحاز الصمام إلى القطع بواسطة ضغط انحياز الشبكة السالب الموجود بين الشبكة والمهبط . وعند توصيل إشارة الصورة المركّبة إلى الشبكة ، يمكن لجهد نبضة التزامن الموجب توصيل الصمام وإمرار تيار به ، طالما أن على اللوح نبضة موجبة خلال هذه الفترة. وانحياز الشبكة سالب بدرجة لا تسمح بالتوصيل ومرور التيار إلا أثناء التزامن فقط . ومن ثم يتناسب الخروج الموحد فى دائرة اللوح مع مستوى قمة إشارة الصورة المركبة المجهزة بمركّبة التيار المستمر الصحيحة لها . وهذا يبين شدة الإشارة الحاملة للصورة .



شكل (٨ / ١١) : دائرة ض ك أ محجوز .

تحتاج دائرة اللوح إلى تولد ضغط سالب لانحياز ض ك أ . وبدون وجود مصدر للضغط السالب ، يتولد الضغط السالب فى دائرة اللوح بشحن المكثف س١ . إذ يشحن س١ أثناء مرور تيار اللوح فى فترة النبضة بحيث يكون طرفه الموصل باللوح سالباً . ويسمح للمكثف س١ بالتفريغ خلال

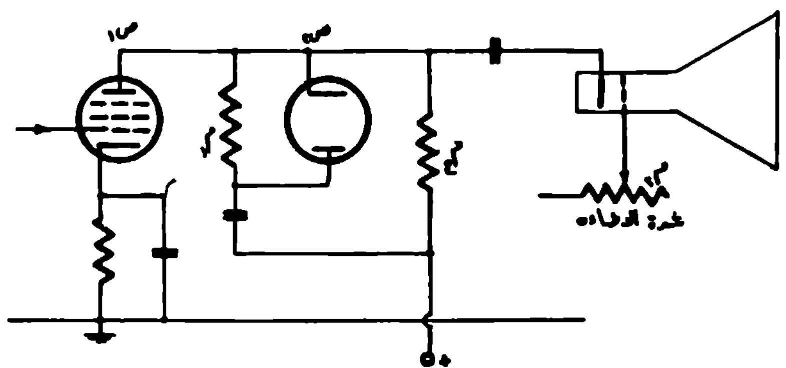
م$_1$ و م$_2$ فى فترة عدم التوصيل بين نبضتى تزامن أفقى متتاليتين .

م$_1$ تعزل خط ض ك أ من دائرة خروج الانحراف الأفقى التى تمد الدائرة بالنبضات الموجبة . وتكون م$_2$ س$_2$ مرشح ض ك أ . وثابت الزمن فى حالة ض ك أ المحجوز هذه يكون أصغر منه فى حالة ض ك أ العادى (جزء أو أكثر من مائة من الثانية) . ويوصل ضغط ض ك أ إلى مكبر ى . ن الأول والثانى وإلى مكبر ى . ر

٨ / ٧ مضيع التداخلات Interference Limiter :

فى بعض الحالات ، يستخدم مضيع التداخلات فى أجهزة الاستقبال ، وذلك للحد من تأثير التداخلات وخاصة الناتجة عن الشرارات . ويمكن تقسيم أنواع مضيع التداخلات بشكل عام إلى نوعين كالآتى :

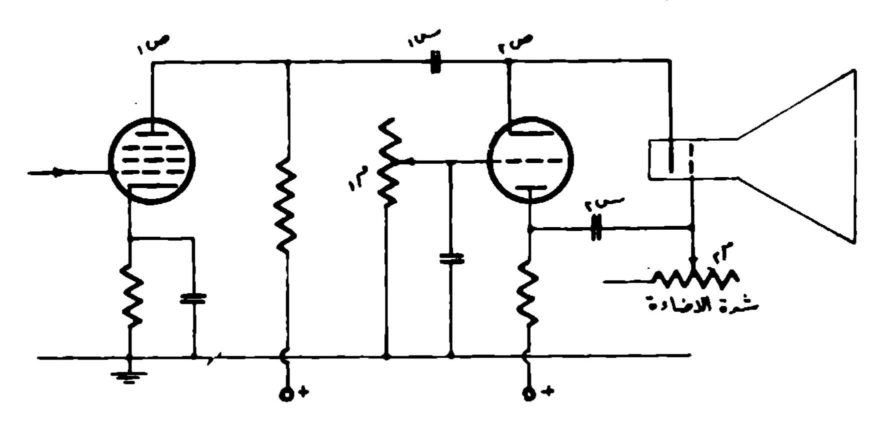
(١) نوع ينبنى على أساس أن تكبير صمام ينقص كثيراً أثناء التداخل . وفى شكل (٨ / ١٢) دائرة مبسطة لهذا النوع . ص$_1$ هو صمام مكبر الصورة . وص$_2$ صمام ثنائى إعاقته صغيرة ، موصل على التوازى مع المقاومة م$_1$. ص$_2$ فى وضعه العادى لا يوصل عندما يكون جهد لوحة عند مستوى جهد القمة المضيئة بالصورة : وعندما تصل إلى شبكة ص$_1$ نبضة تداخل شديدة ، نجد أن لوحه يصير أكثر سالبية عنه فى حالة القمة المضيئة . فيتأثر بهذا مهبط الصمام



شكل (٨ ١) : دائرة مبسطة لمضيع تداخلات ينبنى على أساس أن تكبير صمام ينقص كثيراً أثناء التداخل.

ص٢ فيوصّل ويمر به تيار . وبذلك يعمل «قِصَر Short Circuit» على مقاومة الحمل مح . ينتج عن هذا أن تنقص قيمة مقاومة الحمل ، ويقل تكبير الصمام ص١ خلال فترة التداخل .

(ب) النوع الثانى ينبنى على أساس أن التأثير المضئ للتداخلات ينعكس إلى أثر مظلم على الشاشة . وفى شكل (٨/١٣) دائرة مبسطة لهذا النوع . ص١ عبارة عن صمام مكبر الصورة . وخروج الصمام ص١ يغذى مهبط أنبوبة الشاشة . وفى نفس الوقت يغذى مهبط الصمام ص٢ . وص٢ عبارة عن صمام ثلاثى ، يمكن ضبط انحياز



شكل (٨ / ١٣) : دائرة مبسطة لمغيم تداخلات ينبنى على أساس أن التأثير المضئ للتداخلات ينعكس إلى أثر مظلم على الشاشة

شبكته بواسطة م١ . بحيث يكون جهد القمة المضيئة بالصورة هو نفسه بالضبط جهد القطع للصمام . وعند وصول نبضات شوشرة شديدة إلى شبكة ص١ ، نجد أن لوحه يصير أكثر سالبية عنه فى حالة القمة المضيئة . فيتأثر بهذا مهبط الصمام ص٢ فيوصّل . وتمر الإشارة المكبرة فى المكثف س٢ إلى شبكة أنبوبة الشاشة . وبذلك نحصل على نقطة مظلمة على الشاشة نتيجة التداخل . يكون مقدار ملاحظة العين لها عادة أقل منه فى حالة نقطة مضيئة . وبهذا نتغلب على التأثير المضايق للتداخلات .

ملخص (٨)

١ – تدخل إشارة ى.ن الصورة إلى كاشف تعديل إتساع ، حيث تتخلص من الموجة الحاملة وتتحول إلى إشارة صورة تناظر إشارة الكاميرا .

١ – لتحسين استجابة الترددات العالية فى دائرة كاشف الصورة ، نجعل مقاومة الحمل صغيرة جداً وندخل ملف أو أكثر فى مسار الإشارة .

٢ – فى دائرة الكاشف يستبدل الصمام الثنائى بثنائى جرمانيوم ، وهذا يوفر فى استهلاك الطاقة كما يوفر فى المكان اللازم للتجميع .

٤ – تكون الإشارة الخارجة من كاشف الصورة ضعيفة ، ولذلك تكبر فى مكبر الصورة قبل توصيلها إلى صمام الشاشة .

٥ – عند تصميم مكبر الصورة الذى يكبر مدى ترددات متسع ، يجب العناية باستجابة الترددات العالية والمنخفضة وكذلك بتشويه الوجه لاعتماد الصورة على الشكل الموجى للاشارة .

٦ – يوجد خارج جهاز التليفزيون مفتاح تباين للتحكم فى مقدار إشارة الصورة الواصلة إلى الشاشة من حيث تأرجح اتساعها بين مستوى الأبيض والأسود .

٧ – يوجد خارج جهاز التليفزيون مفتاح شدة الإضاءة . وهذا المفتاح يمكن المشاهد من ضبط انحياز الشاشة والتحكم فى شدة إضاءة الصورة .

٨ – عندما تمر إشارة الصورة المركبة فى مكثف ربط موجود بدائرة مكبر الصورة، فإنها تفقد مركبة التيار المستمر . ومرجع التيار المستمر يقوم بإرجاع مركبة التيار المستمر إلى إشارة الصورة . وليس من الضرورى أن كل دائرة مكبر صورة بها مكثف ربط تستخدم مرجع تيار مستمر ، طالما أن ذلك لا يؤثر كثيراً على جودة الصورة .

٩ – الغرض من ض ك أ هو المحافظة على مستوى موحد لشدة الإشارة الخارجة من كاشف الصورة ، بصرف النظر عن التغير فى شدة الإشارة المستقبلة .

١٠ – عيب ض ك أ أنه يتأثر بنبضات التداخل التى لا تمت بصلة إلى إشارة الصورة كما يتأثر بمرور الطائرات . وللتغلب على هذه المتاعب يستخدم ض ك أ محجوز .

١١ ـ أحياناً يستخدم مضيع تداخلات فى أجهزة التليفزيون للحد من تأثير التداخلات . ويمكن تقسيم مضيِّع التداخلات إلى نوعين تنبنى على الأساس الآتى :

(ا) تكبير صمام ينقص كثيراً أثناء التداخل .

(ب) التأثير المضئ للتداخلات ينعكس إلى أثر مظلم على الشاشة .

أسئلة (٨)

١ ـ ارسم دائرة كاشف صورة واشرح طريقة عمله .

٢ ـ ما الخطوات الممكن اتخاذها لتحسين استجابة الترددات العالية فى دائرة كاشف الصورة ؟

٣ ـ ما ميزة استخدام ثنائى الجرمانيوم بدلا من الصمام الثنائى فى دائرة كاشف الصورة ؟

٤ ـ ما هى ميزات استخدام ض ك أ فى جهاز التليفزيون ؟

٥ ـ ما الخطوات التى تتخذ لتحسين استجابة الترددات العالية فى دائرة مكبر الصورة ؟ وكذلك الترددات المنخفضة ؟

٦ ـ ارسم دائرة لمكبر الصورة .

٧ ـ كيف تفقد مركبة التيار المستمر لإشارة الصورة ؟ وما تأثير ذلك على الصورة ؟

٨ ـ قل ما تعرفه عن مُرَجِّع التيار المستمر .

٩ ـ ما هو ض ك أ المحجوز ؟ وما ميزاته ؟

١٠ ـ اذكر طريقتين تستخدم للحد من تأثير التداخلات فى جهاز التليفزيون، واشرح إحدى هاتين الطريقتين .

١١ ـ ما تأثير مقاومة حمل مكبر الصورة على كل من التكبير وعرض حزمة الترددات ؟

١٢ ـ اذكر طريقتين لتوصيل ملف ذروى بدائرة مكبر الصورة بغرض توسيع عرض حزمة الترددات ، شارحاً ما يحدث نتيجة لذلك .

الباب ٩

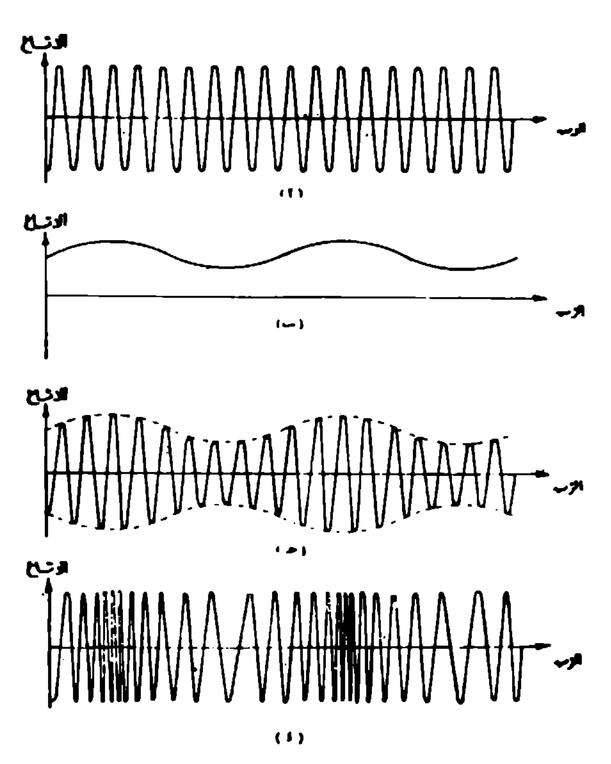
قسم الصوت

٩ / ١ تعديل التردد :

عرفنا أن الإشارة التليفزيونية مكونة من جزئين . أحدهما معدل تعديل إتساع ويحمل معلومات الصورة . والآخر معدل تعديل تردد ويحمل إشارة الصوت . وقد أختير تعديل التردد لنقل إشارة الصوت لعدة أسباب . فتعديل التردد يسمح باستقبال أحسن تحت ظروف صعبة ، إذ يسهل الإقلال من تأثير التداخل فى حالة تعديل التردد عنه فى حالة تعديل الاتساع . كما أن تكاليف إرسال قدرة معينة تكون أرخص فى حالة تعديل التردد عنه فى حالة تعديل الاتساع . وخاصة أن القدرة الصوتية اللازمة لتعديل الموجة الحاملة تكون كبيرة (حوالى ٥٠٪ من قدرة الموجة الحاملة) فى حالة تعديل الاتساع بينما لا يحتاج تعديل التردد إلا إلى نسبة قدرة بسيطة .

يجدر بنا هنا أن نذكر الفرق بين تعديل الاتساع وتعديل التردد كما يبينه الشكل (٩ / ١) . فشكل (ب) يبين شكل الموجة الصوتية المطلوب نقلها ، وهى عبارة عن موجة جيبية فى هذه الحالة . وشكل (ا) يبين الموجة الحاملة وهى موجة ثابتة التردد والاتساع . أما شكل (جـ) فيمثل تعديل الاتساع ، حيث يتغير إتساع الموجة الحاملة حسب التغير فى الموجة الصوتية . وشكل (ء) يوضح تعديل التردد ، حيث يتغير التردد اللحظى للموجة الحاملة حسب التغير فى الموجة الصوتية .

تردد الموجة الصوتية يعبر عنه بمقدار عدد المرات فى الثانية التى يتغير فيها تردد الموجة الحاملة بين أقصى وأقل تردد لها . وإتساع الموجة الصوتية يعبر عنه بمقدار حيود تردد الموجة الحاملة عن التردد العادى أو المتوسط لها . وهذا يسمى « اجتياز التردد Frequency Sweep » .



شكل (٩ / ١) مقارنة تعديل الاتساع وتعديل التردد :

(أ) الموجة الحاملة (ب) الموجة المعدلة المطلوب نقلها

(ح) تعديل الاتساع (ء) تعديل التردد

يتطلب التوحيد القياسى لتعديل التردد أن نوحد « اجتياز التردد » لجميع نظم تعديل التردد ، حتى يكون ذلك أساساً لتصميم كاشف تعديل التردد فى الأجهزة . فمثلا يجب أن يعمل الكاشف بحيث يعطى أقصى خروج ممكن فى حالة أقصى اجتياز للتردد . وفى هذه الحالة نحصل من السماعة على أكبر طاقة

صوتية ممكنة . وقد تحدد أن يكون أقصى اجتياز تردد للصوت فى التليفزيون هو ٥٠ ك ذ / ث حسب النظام الأوربى للتليفزيون .

يمكن القول عموماً أن تعديل التردد فى مدى الترددات المرتفعة جداً يكون أسهل من تعديل الاتساع ، وذلك لصعوبة المحافظة على استقرار تردد الموجة الحاملة فى تلك الحالة عند استخدام تعديل إتساع . وكلما زاد التردد (أى قصر الطول الموجى) كلما كان تأثير التعديل على انحراف تردد الموجة الحاملة أكثر . ويمكن تلافى هذا الإشكال باستخدام تعديل التردد . لذلك نجد أن أجهزة الإرسال اللاسلكية فى مدى الموجات السنتيمترية تستخدم تعديل التردد .

٩ / ٢ . عرض حزمة تعديل التردد :

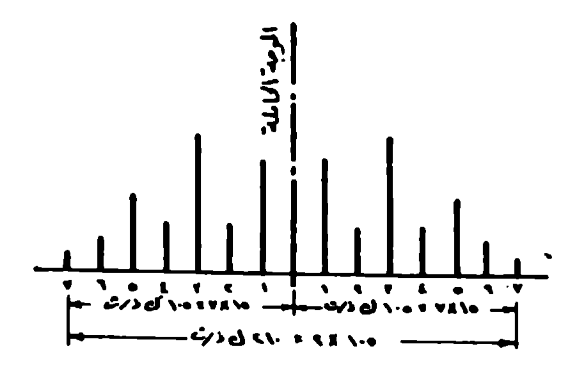
فى حالة تعديل الاتساع لموجة حاملة بواسطة موجة جيبيّة ، نحصل على ثلاثة موجات هم الموجة الحاملة وحزمتين جانبيتين سفلى وعليا ، كما سبق أن عرفنا . أما فى حالة تعديل التردد ، فنحصل على الموجة الحاملة وعدد لانهائى من الحزمات الجانبية موضوعة بالتشابه على جانبى الموجة الحاملة . ويفصل بين الحزمات الجانبية تردد يساوى تردد موجة التعديل . ويختلف إتساع الحزمات الجانبية القريبة من الموجة الحاملة بطريقة غير منظمة ، ثم يتناقص إتساعها سريعاً بانتظام بعد ذلك ، كما فى شكل (٩ / ٢)

عادة تكون موجات التعديل مركّبة . والموجة المركبة تتكون من مجموع عدة موجات جيبية ، كما عرفنا من قبل فى الباب الخامس . وكل من الموجات الجيبية هذه تولد لها حزمات جانبية فى حالة تعديل التردد . وفى النهاية نحصل على حزمة طيف ترددى غاية فى الازدحام والتعقيد .

نتيجة للعدد الهائل للحزمات الجانبية ، يزيد عرض حزمة الترددات المرسلة . وعليه نحتاج نظرياً لاستقبال جميع الحزمات الجانبية ، وتوصيلها لمرحلة المازج بجهاز الاستقبال ، حتى يمكن الحصول على صورة طبق الأصل من موجة التعديل . ولكن من الناحية العملية يكفى استقبال عدد قليل من الحزمات

الجانبية ذات الاتساع الكبير ، والاستغناء عن باقى الحزمات الصغيرة الاتساع التى يقل إتساعها مثلا عن جزء من مائة من إتساع الموجة الحاملة . ورغم ذلك لا يوجد فرق ملحوظ بين شكل الموجة التى نحصل عليها وموجة التعديل .

نسبة أعلى تردد تعديل إلى أقصى تردد اجتياز تسمى « نسبة الانحراف Deviation Ratio » . ونسبة الانحراف تحدد عدد الحزمات الجانبية اللازمة لصدق الأداء ، ومنه يتحدد عرض الحزمة المطلوب مرورها حتى الكاشف . فإذا كان أعلى تردد تعديل للموجة الصوتية هو ١٥ ك ذ/ث ، وكان أقصى



شكل (٩/٢) : فى حالة تعديل التردد نحصل على عدد من الحزمات الجانبية موضوعة بالتشابه على جانبى الموجة الحاملة . يفصل بين الحزمات الجانبية تردد يساوى تردد موجة التعديل . يختلف إتساع الحزمات الجانبية القريبة من الموجة الحاملة بطريقة غير منظمة ، ثم يتناقص إتساعها سريعاً بانتظام بعد ذلك .

تردد اجتياز هو ٥٠ ك ذ/ث ، فى هذه الحالة يكفى حوالى سبعة حزمات جانبية على كل من جانبى الموجة الحاملة لصدق الأداء (دون الدخول فى حسابات رياضية لدالة بسل Bessel) . ولما كان يفصل بين كل حزمتين جانبيتين متجاورتين أعلى تردد تعديل ، نجد أن عرض الحزمة على أى من جانبى الموجة الحاملة هو ١٥ × ٧ = ١٠٥ ك ذ/ث . ويكون العرض الكلى للحزمة المطلوب مرورها هو ١٠٥ × ٢ = ٢١٠ ك ذ/ث ، كما هو واضح من الشكل (٩/٢) .

مما سبق يتضح أن عرض الحزمة المطلوب فى حالة تعديل التردد لنقل إشارة صوتية ترددها ١٥ ك ذ / ث هو حوالى ٢٠٠ ك ذ / ث . أما عرض الحزمة المطلوب لنفس الغرض فى حالة تعديل الاتساع فهو ١٥ × ٢ = ٣٠ ك ذ / ث . من هذا نرى أن تعديل التردد يحتاج لحزمة ترددات عرضها أكبر من عرض حزمة ترددات تعديل الاتساع . ولذلك لا يستخدم تعديل التردد فى مدى الموجات الطويلة والمتوسطة والقصيرة ، لأنه يشغل حزمة ترددات كبيرة نسبياً ، مما لا يسمح بالإرسال إلا لعدد محدود من المحطات .

فمثلا فى مدى الموجة المتوسطة من ٥٠٠ إلى ١٥٠٠ ك ذ / ث ، أى ١٠٠٠ ك ذ / ث ، نجد أن عدد محطات تعديل التردد التى تملأ هذا المدى هى $\frac{١٠٠٠}{٢٠٠}$ = ٥ محطات فقط . بينما عدد محطات تعديل الاتساع يكون $\frac{١٠٠٠}{٣٠}$ = ٣٣ محطة تقريباً . وعملياً يزيد عدد محطات تعديل التردد فى الموجة المتوسطة عن ذلك ، لأن عرض القناة الإذاعية فى أوربا قد حد إلى ٩ ك ذ / ث حسب اتفاقات دولية ، ويكون عرض الحزمة الجانبية ٤,٥ ك ذ / ث ، وهو أعلى تردد تعديل .

يمكن استخدام محطات تعديل التردد فى مدى الترددات العالية جداً (ى ع ج VHF) فقط ، لأنه فى هذا المدى يوجد متسع لعرض حزمة الترددات الكبير . ومدى ى ع ج المخصص للاذاعات الصوتية يشغل ترددات من ٨٧ إلى ١٠٠ ميجا ذ / ث . وجميع محطات الإرسال فى هذا المدى تعمل بطريقة تعديل التردد ، مما أوجد فى الأذهان ربط بين ى ع ج وتعديل التردد .

٣ / ٩ مقدرة تعديل التردد على التخلص من التداخل :

يتعرض الاستقبال اللاسلكى للتداخل من مصدرين رئيسين وهما :

أولا : تداخل ناتج من الترددات العالية الناشئة عن الشرارات الصادرة من جميع الماكينات والأجهزة الكهربية ، ويظهر تأثيرها فى سماعة جهاز الاستقبال على شكل خروشة .

ثانياً : تداخل ناتج من محطات أخرى غير مرغوب فيها، ترددها يقع فى حدود تردد الموجة المطلوب استقبالها ، ويظهر تأثيرها فى السماعة على هيئة صفـــير .

إذا لم تتخذ الاحتياطات لكبت الشرارات المتولدة ، فإن موصلات الأجهزة الكهربية المتصلة بالشرارات تقوم مقام هوائى الارسال ، وتشع طيفاً كثيفاً من الترددات المختلفة ، يشغل مدى ترددات من الموجة الطويلة حتى الموجة ء ع ج وما بعد ذلك . وعادة تستمر الشرارة فترة قصيرة ، إلا إذا كانت صادرة من ماكينات « لحام القوس Arc Welding » أو ما شابه ذلك . كما يمكن حدوث الشرارة فى تتابع سريع إذا كانت صادرة مثلا من « مُبَدِّل Commutator » موتور ، أو من شرارات الاحتراق فى السيارات وغيرها . وبعد أن تشع موصلات الأجهزة الكهربية طيف الشرارات على هيئة موجات كهرومغناطيسية ، تلتقطه هوائيات أجهزة الاستقبال ، ويظهر على هيئة تداخلات .

يوضح شكل (٩ / ٣) تأثير تداخل الشرارات على كل من موجة تعديل الاتساع وموجة تعديل التردد .

(ا) تمثل شكل موجة تداخل الشرارة .

(ب) تأثير التداخل على موجة تعديل التردد قبل الكشف عليها .

(ب') تأثير التداخل على موجة تعديل الاتساع قبل الكشف عليها .

(حـ) موجة تعديل التردد بعد تحديد إتساعها .

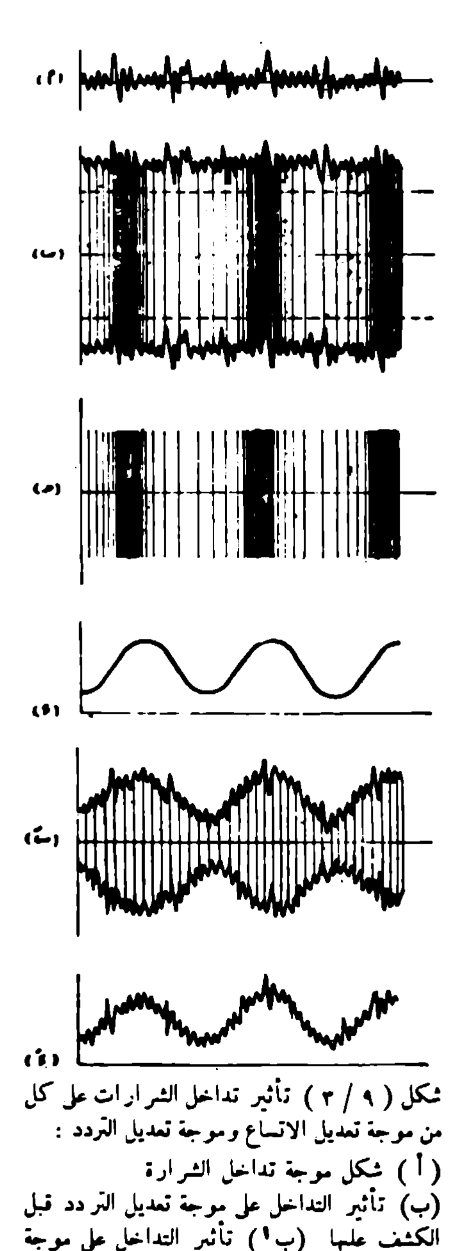
(ء) بعد الكشف على موجة تعديل التردد ، التى حدد إتساعها ، لا يظهر تداخل .

(ء') بعد الكشف على موجة تعديل الاتساع يظهر تأثير التداخل .

وواضح أنه لا يمكن إجراء عملية تحديد الاتساع على موجة تعديل الاتساع وإلا ضاعت معالم موجة التعديل . أما تعديل التردد، فعالم موجة التعديل توجد فى تغيير التردد ، ولا يوثر تحديد الاتساع إلا على التداخل فقط . ومن

أبسط طرق تحديد الاتساع استخدام صمام فيه تغير الشبكة صغير بحيث أن أغلب القمم السالبة للاشارة تضيع لتعدى الجهدالسالب للشبكةنقطة القطع . وأغلب القمم الموجبة للإشارة ينتج عنها مرور تيار فى الشبكة يجعل القمم الموجبة مستوية . وبهذه الطريقة نتخلص من القمم الموجبة والسالبة للإشارة المستقلة عما فى ذلك التداخل .

التداخل الناشئ عن محطات غير مرغوب فيها يتم كما يلى : تستقبل موجة محطة التداخل ذات التردد المنتظم مع الموجة المطلوب استقبالها . فنحصل على موجة مركبةيتغير اتساع غلافها بانتظام حسب « تردد التضارب Beat Frequency » وهوالفرق بين تردد الموجة الأصلية وتردد موجة التداخل . ينتج عن عملية التضارب هذه صفارة إذا كان تردد التضارب فى حدود المسموع ، أى أقل من ١٥ ك ذ/ث . ويمكن التخلص من هذا التداخل فى حالة تعديل التردد بواسطة عملية تحديد الاتساع ، كما سبق أن ذكرنا .



شكل (٩ / ٣) تأثير تداخل الشرارات على كل من موجة تعديل الاتساع وموجة تعديل التردد :
(أ) شكل موجة تداخل الشرارة
(ب) تأثير التداخل على موجة تعديل التردد قبل الكشف عليها (ب١) تأثير التداخل على موجة تعديل الاتساع قبل الكشف عليها
(حـ) موجة تعديل التردد بعد تحديد اتساعها .
(ء) بعد الكشف على موجة تعديل التردد التى حدد اتساعها لا يظهر تداخل (ء١) بعد الكشف على موجة تعديل الاتساع يظهر تأثير التداخل .

لا يمكن التخلص كلية من التداخل ، حتى بواسطة تحديد الاتساع فى حالة تعديل التردد ، وذلك لأن موجة التداخل تغيّر فى التردد بالإضافة إلى تغييرها فى الاتساع . ويقل تأثير التغير فى التردد كلما زاد اجتياز التردد للإشارة . ولكن ذلك له حدود ، لأنه بزيادة اجتياز التردد يزيد عرض الحزمة . ولتعديل التردد ميزة كبيرة وهى أن التغير فى التردد الناتج من التداخل ، والذى لا يمكن تلافيه ، يضعف بسرعة كبيرة جداً إذا ضعفت إشارة التداخل . وهذا ليس كذلك فى حالة تعديل الاتساع ، إذ فى تلك الحالة يقل تأثير التداخل فى حدود معينة فقط إذا ضعفت إشارة التداخل .

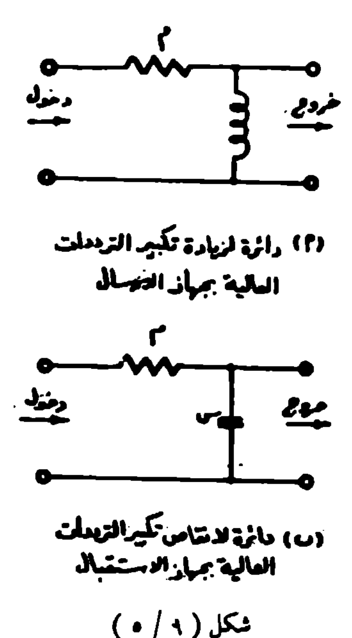
بالإضافة إلى طريقة تحديد الاتساع للتخلص من التداخل فى موجة تعديل تردد ، يمكن كذلك الإقلال من تداخل الشوشرة ، وذلك بزيادة تكبير ترددات التعديل العالية فى جهاز الإرسال (رفع الذروة Pre-emphasis) ، ثم انقاص تكبيرها فى جهاز الإستقبال (خفض الذروة De-emphasis) ، كما فى شكل (٩/٤) . فى الشكل (ا) نجد المنحنى المميِّز اللازم لسلامة أداء جميع الترددات حتى ١٥ ك ذ/ث ، ومنحنى تداخل الشوشرة . وفى الشكل (ب) منحنى الإرسال المكبرة فيه ترددات التعديل العاليـــة ، ومنحنى الاستقبال المصغرة فيه ترددات التعديل العالية ، والمنحنى المميز الصحيح ، ومنحنى تداخـــل الشوشرة . وظاهر أن تداخل الشوشرة فى شكل(ب) أقل منه فى شكل(ا) .

شكل (٩/ ٤) : يمكن الاقلال من تداخـــل الشوشرة بزيادة تكبير الترددات العالية فى جهـــاز الارسال وانقاص تكبيرها فى جهاز الإستقبال .

تستخدم هذه الطريقة حالياً فى جميع أجهزة الارسال والاستقبال

الخاصة بتعديل التردد . وقد تم الاتفاق عالمياً على توحيد شكل كل من منحنى الإرسال ومنحنى الاستقبال ليلائم الإرسال التليفزيونى فيما يختص بالصوت . فمنحنى الاستقبال يتمشى مع معاوقة مقاومة ومكثف موصلين على التوازى ، ثابت الزمن لها ٥٠ ميكروثانية . أما منحنى الإرسال فهو معكوس منحنى الاستقبال . انظر شكل (٩ / ٥) .

ويمكن تلخيص ميزة تعديل التردد فى أنه يسمح بإرسال أكثر استقراراً عند الترددات المرتفعة جداً . كما أنه يساعد على التخلص من التداخلات . نضف إلى ذلك أن عرض حزمة تعديل التردد كبير ، وإن كان ذلك يعتبر عيباً لأنه يشغل مدى ترددات أكبر ، إلا أن كبر عرض الحزمة هذا يمكّن من نقل جميع ترددات الصوت حتى ١٥ ك ذ / ث ، وبذلك يعطى صوت ذو جودة عالية تتمتع به الأذن، بخلاف تعديل الاتساع الذى يحد من الذبذبات الصوتية إلى ٤,٥ ك ذ / ث فقط .



(أ) دائرة لزيادة تكبير الترددات العالية بجهاز الإرسال

(ب) دائرة لانتقاص تكبير الترددات العالية بجهاز الاستقبال

شكل (٩ / ٥)

دائرة بجهاز الارسال (أ) وأخرى بجهاز الاستقبال (ب) للمحافظة على أمانة أداء الترددات الصوتية العالية فى نظام تعديل التردد.

٩ / ٤ المحدد والكاشف :

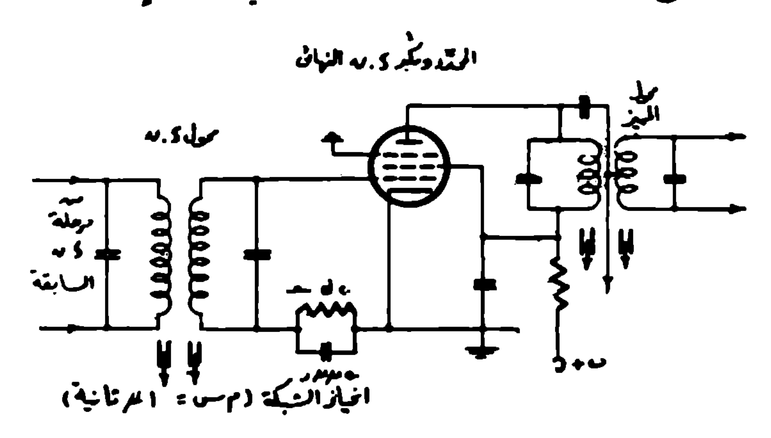
(ا) المُحدِّد Limiter :

الغرض الأساسى للمحدد هو التخلص من تأثير التغير فى الاتساع لإشارة تعديل التردد . ولا تتعرض الإشارة لتغير الاتساع نتيجة للتداخلات فقط ، بل يحدث ذلك أيضاً فى جهاز الاستقبال نفسه . إذ تتعرض بعض الترددات

لتكبير أكبر من ترددات أخرى ، وذلك لأن منحنى الاستجابة للدوائر ليس مثالى ذو قمة مسطحة وجوانب قائمة ، بل يشبه منحنى الرنين ذو القمة المحدبة والجوانب المائلة .

نجد فى شكل(٩ / ٦) دائرة محدِّد . ويلاحظ من الدائرة أن ضغوط اللوح والشبكة الحاجبة منخفضة ، وذلك بجعل الصمام يصل إلى تيار التشبع من إشارة متوسطة على الشبكة . كما يلاحظ فى الدائرة استخدام « انحيــاز منضحة الشبكة Grid-Leak Bias » ، وذلك للمحافظة على جعل تيار خروج اللوح ثابتاً عند مستويات مختلفة لضغط الخروج .

يمكن تصميم المحدد على أساس استخدام ضغوط منخفضة لكل من اللوح والشبكة الحاجبة . ولكن نحصل على نتائج أحسن وتكبير أكبر إذا أضفنا لذلك انحياز منضحة الشبكة . إذ بإضافة انحياز منضحة الشبكة يمكن رفع ضغوط اللوح والشبكة الحاجزة ، وهذا يزيد التكبير إلى حد ما .



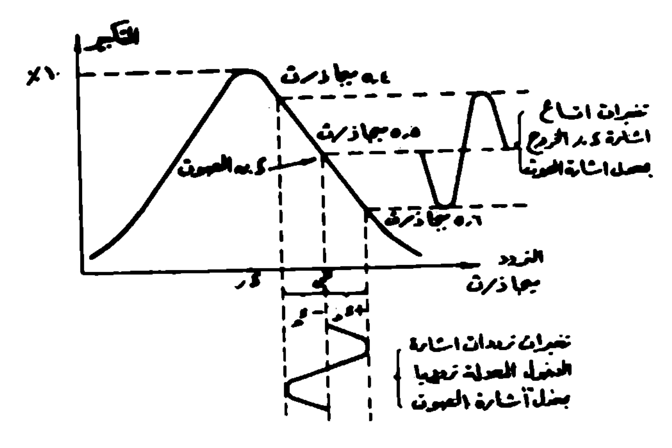
شكل (٩ / ٦) : دائرة محدد .

ولشرح عمل الدائرة نقول أن انحياز الصمام فى بادئ الأمر يكون صفراً فى حالة عدم وجود إشارة على الشبكة . وبمجرد وصول الإشارة ، تصبح الشبكة موجبة قليلا ، فتجذب إليها كهارب وتشحن المكثف س . يحاول المكثف أن يفرغ شحنته خلال م . ولكن التفريغ يحدث ببطء لكبر ثابت

الزمن م س . ونتيجة لمرور تيار فى م يتولد ضغط بحيث يصير الطرف الموصل للشبكة سالب . هذا الضغط السالب يمثل انحياز الشبكة ، وتتغير قيمته بتغير الإشارة الواصلة . وعن طريق ذلك يميل إلى المحافظة على تيار اللوح ثابتاً خلال تغير ضغط الدخول فى حدود واسعة نسبياً . وتتسبب الإشارة القوية فى جعل الشبكة موجبة أكثر ، فينتج عن ذلك زيارة مرور التيار فى م . وعليه يتولد انحياز أكبر . أما الإشارة الضعيفة فتسبب ضغطاً أقل ، ومع ذلك يظل تيار اللوح كما هو فى كلتا الحالتين لتعدى الجهد السالب للشبكة نقطة القطع ، كما فى الشكل (٩ / ٦) .

(ب) كشف الميل Slope or Flank Detection :

أبسط طريقة للكشف عن موجة تعديل التردد هى استخدام كشف الميل . وهى عبارة عن الاستفادة بأحد جوانب الميل لمنحنى استجابة دائرة رنين ، ليساعد على تحويل التغيير فى التردد إلى تغيير فى الاتساع ، كما هو مبين بالشكل (٩/٧) . ويمكن بعد ذلك توصيل التغيير فى الاتساع الناتج عندنا إلى موحِّد لنحصل منه على إشارة التعديل المطلوبة .



شكل (٩/٧): كشف الميل يحول التغيرات فى التردد إلى تغيرات فى الاتساع . كل من الدخول والخروج عبارة عن إشارة ت.ر ، ولو أن المبين هنا هو التغيرات الصوتية فقط
$ت_ر$ = تردد الرنين ، $ت_م$ = التردد المركزى ، $\pm ت_م$ = تردد التأرجح .

ولتوضيح ذلك نتذكر، كما شرحنا من قبل، أن مقدار حيود التردد عن تردد الموجة الحاملة يتناسب مع اتساع ضغط الموجة الصوتية المعدلة، فى حالة تعديل التردد. وعندما يقع تردد الموجة الحاملة - فى تلك الحالة - على أحد الجوانب المائلة لمنحنى دائرة رنين، يتحول التغير فى تردد الإشارة إلى ما يماثله من التغير فى الاتساع، نتيجة لعدم التساوى فى الاستجابة فوق وتحت تردد الموجة الحاملة. فمقدار التكبير يختلف من تردد إلى آخر حسب ميل جانب منحنى الرنين.

وعليه يتغير خروج دائرة الرنين فى الاتساع حسب التغير فى الموجة الصوتية، هذا بالإضافة إلى التغير المستمر فى التردد. فإذا غذينا الموجة الخارجة من دائرة الرنين إلى كاشف تعديل اتساع، فإننا نتخلص من الترددات العالية. وبعد عمليات الترشيح اللازمة، نحصل على الموجة الصوتية المطلوبة.

تكلمنا هنا عن كشف الميل - رغم أنه نادر الاستخدام - لنوضح كيف يمكن تحويل التغيير فى التردد إلى تغيير فى الاتساع. وكمثل، يمكن أن يحدث كشف الميل للموجة الصوتية المعدلة تعديل تردد فى مرحلة التردد البينى للصورة فى جهاز التليفزيون، مما ينتج عنه تداخل من الإشارة الصوتية فى مكبر الصورة، تظهر نتيجته على الشاشة فى هيئة شرائط الصوت على الصورة.

٩ / ٥ المميز Discriminator :

(ا) المميز الثلاثى التنغيم :

يستخدم المميز للكشف عن موجة تعديل التردد. وأبسط أنواع المميز هى كما فى شكل (٩ / ٨). وفيه الملف الابتدائى $ل_١$ مربوط حثيا مع $ل_٢$ و $ل_٣$. وكل من $ل_٢$ و $ل_٣$ يتصل بصمام ثنائى. وكل صمام له مقاومة خاصة به $م_١$ و $م_٢$، ولكن الخروج المشترك هو مجموع الضغط على كلا المقاومتين.

تنغم دائرة رنين $ل_١$ على التردد البينى للصوت، وهو ٥,٥ ميجا ذ / ث،

بينما ينغم أحـــد ملفات الثانوى على تردد أعلى من ٥,٥ ميجا ذ / ث بمقدار ١٠٠ ك ذ /ث ، والملف الآخر ينغم على ترددأقل من ٥,٥ ميجاذ/ث بمقدار ١٠٠ ك ذ/ث .

شكل (٩ / ٨) : دائرة مميز بسيط .

أى مثلا ينغم $ل_٢$ على ٥,٦ ميجا ذ / ث ، و$ل_٣$ ينغم على ٥,٤ ميجاذ / ث . بذلك نحصل على منحنيين الاستجابة كما فى شكل (٩ / ٩ أ) .

نلاحظ أن منحنيا الاستجابة فى وضع عكسى كما هو مبين بالشكل، وذلك نتيجة لطريقة توصيل مقاومتى الحمل بالدائرة . إذ نرى من ذلك الوضع أن الضغط المتولد على أى من المقاومتين يعارض الآخر . فعند تردد ٥,٥ ميجا ذ / ث يكون الضغطان متساويين ومتعارضين ، فيضيع أحـــدهما الآخر ، ونحصل على ضغط كلى مقداره صفراً . وبجمع الضغوط عند الترددات المختلفة نحصل على شكل (٩ / ٩ ب) . يبين هذا المنحنى كيف أن ضغط خروج المميز يختلف باختلاف تردد الإشارة . وبتلك الطريقة يمكن الكشف على تعديل التردد للحصول على إشـــارة الصوت المطلوبة .

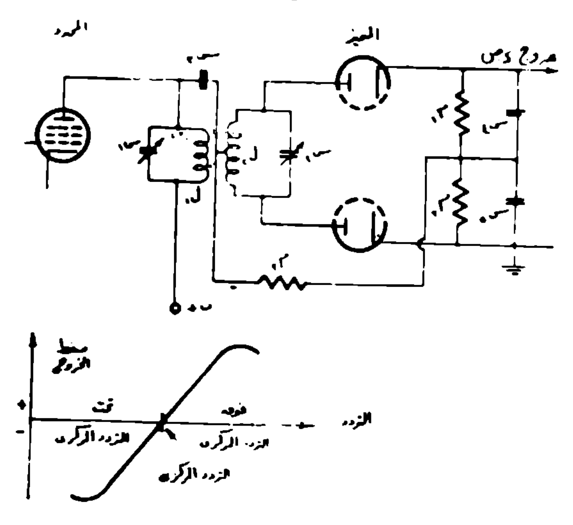
شكل (٩ / ٩) :
(أ) منحنى استجابة $ل_٢$ و $ل_٣$ شكل (٩ / ٨)
(ب) محصلة منحنى الاستجابة ، حيث يظهر أن ضغط خروج المميز يختلف باختلاف تردد الإشارة .

الجزء الصالح من المنحنى المميز هو الجزء المستقيم بين القمتين الموجبة والسالبة : وأى عدم استقامة فى هذا الجزء من المنحنى يسبب تشويه إتساع للإشارة الصوتية الخارجة . يصمم المميِّز عادة بحيث تكون القمتان الموجبة والسالبة بعيدتين بما يكفل استقامة المنحنى فى الجزء المستخدم ، وبذلك نحصل على إشارة خروج غير مشوهة .

من عيوب هذا النوع من المميِّز احتمال صعوبة ضبطه ، وذلك بسبب التأثير المتبادل بين دوائر التنغيم الثلاثة المربوطة ببعضها . وقد تطور هذا النوع إلى نوع آخر أسهل فى عملية الضبط وأبسط فى التركيب ، يسمى مميز « زحزحة الوجه Phase-shift » .

(ب) مميِّز زحزحة الوجه :

يبين شكل (٩ / ١٠) دائرة مميز متوازن تستخدم دائرتى رنين فقط ،



شكل (٩ / ١٠) : دائرة مميز متوازن تستخدم دائرتى رنين فقط ، كل منها منغمة على التردد البينى .

كل منها منغمة على التردد البينى . وبالدائرة صمام ثنائى مزدوج له مهبطين منفصلين . ومقاومتى المهبط $م_1$ و $م_2$ متساويتين وعليهما مكثفى تمرير

$س_{٤}$ و $س_{٥}$. $ل_{١}$ $ل_{٢}$ هما الملف الابتدائى والثانوى لمحول الربط بين خروج المحدِّد ودخول المميِّز . وكلا الابتدائى والثانوى منغم على التردد البينى .

بالإضافة إلى ربط المحول بين دائرتى الابتدائى والثانوى ، يوجد أيضاً ربط مكثف من طرف الملف الابتدائى إلى منتصف الملف الثانوى وذلك بواسطة مكثف الربط $س_{٣}$. وإعاقة $س_{٣}$ لا تذكر عند التردد البينى . ونقطة توصيل $س_{٣}$ إلى منتصف الملف الثانوى تقسم $ل_{٢}$ إلى نصفين يمكن اعتبارهما ملفين منفصلين $ل_{٢}^{١}$ و $ل_{٢}^{١١}$.

يعتمد تشغيل الدائرة على الضغوط المتولدة على نصفى الملف الثانوى $ل_{٢}^{١}$ و $ل_{٢}^{١١}$ لمختلف الترددات الداخلة. وتجمع الضغوط المتولدة فى $ل_{٢}$ على الضغوط الواصلة له من $ل_{١}$ عن طريق $س_{٣}$ واضعين فى الاعتبار فرق الوجه بينها . ويتغير الفرق فى الوجه بتغير تردد الدخول . فمثلا عند تردد الرنين تتصرف دائرة تنغيم الملف الثانوى بالنسبة لتردد الدخول كمقاومة صرفه . أما بالنسبة للترددات الأعلى من تردد الرنين ، تسود الإعاقة الحثيَّة فى دائرة الثانوى : وأما بالنسبة للترددات الأقل من تردد الرنين ، فتسود الإعاقة السعوية فى دائرة الثانوى . ولما كان فرق الوجه يختلف من تردد لآخر ، نجد أن الضغط على $م_{١}$ و $م_{٢}$ يختلف كذلك باختلاف التردد . نتيجة لهذا نحصل على منحنى مميز يشابه المنحنى الذى حصلنا عليه من المميز الثلاثى التنغيم شكل (٩ / ٩ ب) :

مقاومة الحمل $م_{٣}$ تكمل دائرة اللوح للصمام الثنائى ، بالإضافة إلى أنها تعوق تمرير إشارة دائرة الابتدائى إلى الأرض عن طريق $س_{٣}$ و $س_{٥}$: لأنه إذا وصلنا منتصف $ل_{٢}$ مباشرة لدائرة المهبط بنقطة تقابل $س_{٤}$ و $س_{٥}$ ، فإن إشارة دائرة الابتدائى تمرر إلى الأرض عن طريق $س_{٥}$. ويمكن الاستعاضة عن مقاومة الحمل $م_{٣}$ بخانق Choke . كما يمكن الاستغناء عن $م_{٣}$ على أن يوصل منتصف $ل_{٢}$ مباشرة إلى نقطة توصيل $م_{١}$ و $م_{٢}$ ، بشرط استخدام مكثف تمرير واحد على المقاومتين حتى لا تمرر إشارة دائرة الابتدائى إلى

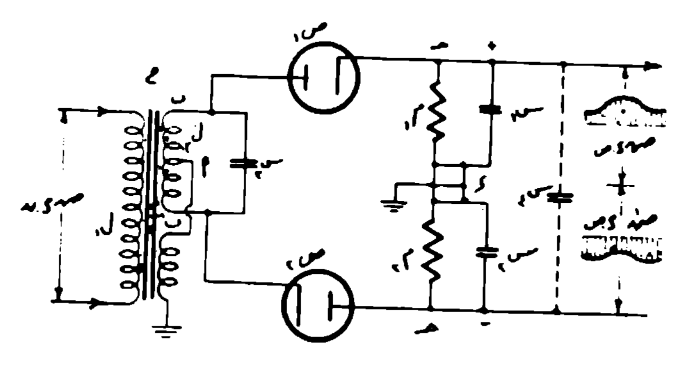
الأرض . واستخدام مكثف واحد بدلا من المكثفين $س_4$ و $س_5$ يوفر فى تكاليف الدائرة .

تحتاج جميع دوائر الكشف عن تعديل التردد التى تكلمنا عنها فيما سبق إلى محدِّد ، لأنها جميعاً حساسة إلى إتساع إشارة الدخول . أى أنها ليست دوائر كشف تعديل تردد خالصة . ولكن توجد دوائر كشف تعديل تردد لا تحتاج إلى استخدام محدِّد قبلها ، مثل كاشف النسبة .

٩ / ٦ كاشف النسبة Ratio Detector :

شكل (٩ / ١١) يبين رسم دائرة كاشف النسبة . فمثلا تصل إشارة ى . ن للصوت التى ترددها ٥,٥ ميجا ذ/ث إلى $ل_1$ الملف الابتدائى للمحول . وللمحول ملفان ثانويان هما $ل_2$ و $ل_3$. يكوِّن $ل_3$ مع $س_3$ دائرة رنين تردد رنينها ٥,٥ ميجا ذ / ث . أحد أطراف $ل_2$ متصل بمنتصف $ل_3$ ، وطرفه الآخر متصل بالأرض .

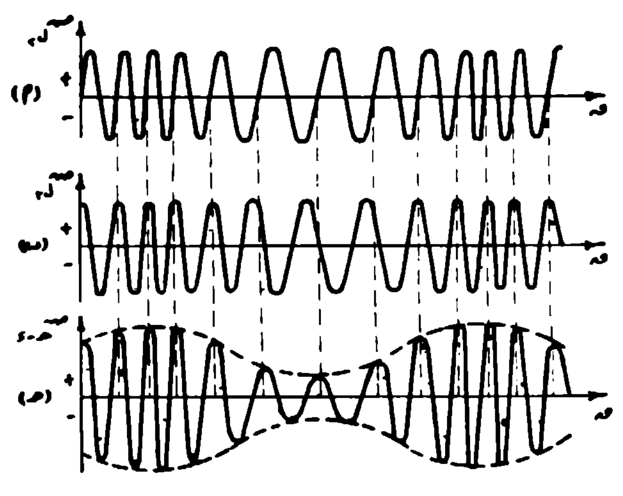
علاقة فرق الوجه بين ملفات المحول كالآتى : فرق وجه الضغط فى الملف $ل_2$ ($ض_{ل2}$) عنه فى الملف $ل_1$ هو ١٨٠° . فرق وجه الضغط فى الملف $ل_3$ ($ض_{ل3}$) ، الموجود بدائرة الرنين . عنه فى الملف $ل_1$ هو ٩٠° فقط . هذا عندما يكون تردد الابتدائى مساوياً لتردد رنين $ل_3$ $س_3$. ولكن إذا استمر تردد الابتدائى يتأرجح حول تردد ى.ن ، كما هو فى حالة تعديل



شكل (٩ / ١١) : دائرة لكاشف النسبة .

التردد ، فإن فرق الوجه يستمر فى التأرجح بنفس الإيقاع بين قيم أعلى وأقل من ٩٠° . يحدث هذا التأرجح فى فرق الوجه للضغط ض ل٢ ، بينما فرق وجه ض ل٢ يظل ثابتاً عند ١٨٠° غير متأثر بتعديل التردد . وعلى هــذا الأساس ينبنى عمل كاشف بالنسبة .

لفهم عمل كاشف النسبة سنتتبع الضغوط فى فروع الدائرة ، بادئين من النقطة أ ومارين بالنقط ب ثم حـ ثم ى فإلى الأرض . ولنتصور مؤقتاً وجود قصر على الصمام ص١ بتوصيل النقطتين ب و حـ ، أى أن ص١ لا يقوم بدور . فرق الجهد بين النقطتين أ و ى هو ض ل٢ ذو فرق الوجه الثابت ، كما فى شكل (٩ / ١٢ أ) . وفرق الجهد بين النقطتين أ و ب هو ض ل٢ ، ذو فرق الوجه المتأرجح ، كما فى شكل (٩ / ١٢ ب) . وفرق الجهد بين النقطتين ب و ى (أوحـ و ى) هو مجموع ض ل٢ و ض ل٢ ، كما فى شكل (٩ / ١٢ حـ) . وظاهر أن الجهد ض حـ ى معدل تعديل تردد وكذلك تعديل اتساع . والدائرة ص١ و م١ و س١ تقوم بعملية الكشف عن تعديل الاتساع ، وبذلك نحصل على موجة تعديل الصوت المطلوبة .



شكل (٩ / ١٢) : أشكال الضغوط المتولدة فى كاشف النسبة .

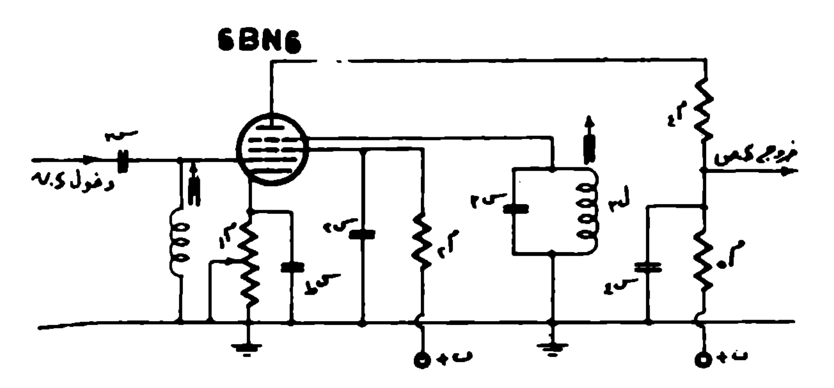
يمكن لكاشف النسبة أن يقوم بعمله كما يجب عندما يتساوى الحمل على كل من نصفى ل٣ . لذلك نحتاج إلى ص٢ و م٢ و س٢ لهذا الغرض ، كما فى الشكل (٩ / ١١) . يوصل الصمام ص٢ فى عكس اتجاه ص١ ، وعليه نجد إشارة الخروج ض'وص لها استقطاب سالب وفرق وجه ١٨٠° بالنسبة إلى ضوص . وهذا موضح بمنحنيات بيانية على يمين الشكل (٩ / ١١) . فإذا كانت الدائرة متماثلة تماماً وأبعـادها صحيحة ، ينتج عن مجموع الإشارتين معاً ضغط مستمر له قيمة ثابتة بين نقطتى الخروج .

يوصل إلى دائرة كاشف النسبة مكثف س٤ له سعة كبيرة بين نقطتى الخروج . وعندما يشحن هذا المكثف حتى الضغط المستمر بين هـاتين النقطتين ، فإن تأثيره يعارض جميع التغيرات السريعة فى الضغط . وبذلك يعمل كمحدِّد لتداخلات الاتساع القصيرة البقاء . وتأثر تداخلات الاتساع على الضغوط ضوص و ض'وص فى نفس الاتجاه ، وهذا يعنى تأرجح فى الضغط المستمر بين نقطتى الخروج . ولكن مكثف الخروج ذو السعة الكبيرة يضيِّع هذا التأثير ويخلص الإشارة من التداخلات ، على الأقل العابر أو الدورى منها .

٩ / ٧ كاشف الشعاع المحجوز Gated Bean Detector :

يستخدم هذا الكاشف صماماً مصمماً بطريقة خاصة مثل 3BN6 أو 6BN6 . وخواص هذا الصمام هى أنه عندما يتغير ضغط الشبكة من القيم السالبة إلى الموجبة ، يرتفع تيار اللوح سريعاً من الصفر إلى قيمته العظمى المحددة . وتظل نفس القيمة العظمى لتيار اللوح كما هى ، بصرف النظر عما تصل إليه الشبكة من جهد موجب . ويصل التيار لنقطة القطع عندما يصل ضغط الشبكة حوالى من ١,٥ إلى ٢ فولت بالسالب ؛

شكل (٩/١٣) بهدائرة 6BN6 كمحدد وكاشف . تصل إشارة دخول ى . ن إلى الشبكة الحاكمة رقم ١ . وبتوصيل الإشارة للشبكة ١ ، يبدأ التيار



شكل (٩ / ١٣) : دائرة 6BN6 كمحدد وكاشف .

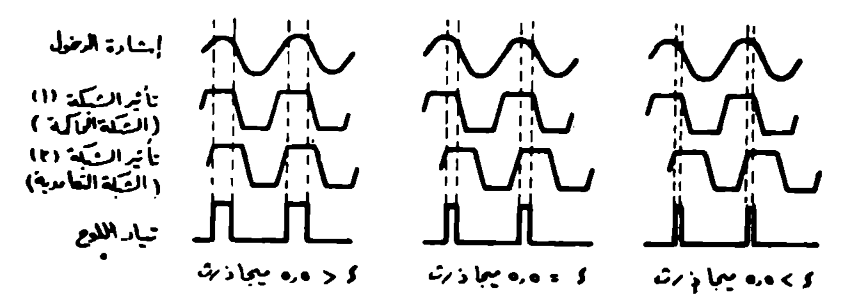
فى المرور بالصمام فقط خلال جزء الدورة الموجب . ويظل ثابتاً بصرف النظر عن مقدار الجهد الموجب للإشارة ، أو مقدار ما بالإشارة من تغير فى الاتساع . ومن ثم ، يتم تحديد الاتساع فى هذا القسم من الصمام . فيسمح لشعاع الكهارب بالمرور أثناء نصف الدورة الموجب للإشارة ، ويحدث القطع أثناء النصف السالب . ومجموعة الكهارب التى تمرر تنفذ خلال الشبكة الثانية المعجلة ، وتكوّن « شحنة فراغ Space Charge » أمام الشبكة ٣ تتغير دورياً ، فيمر تيار فى أسلاك الشبكة بواسطة التأثير الكهروستاتيكى . وتتصل هذه الشبكة ٣ بالأرض عن طريق دائرة رنين . ويكون فرق وجه هذا الضغط بحيث يتأخر ٩٠° عن الضغط على الشبكة ١ ، على فرض أن دائرة الرنين منغمة على التردد البينى (٥,٥ ميجا ذ / ث مثلا) . يطلق على الشبكة ٣ عادة اسم « الشبكة التعامدية Quadrature Grid » بسبب فرق الوجه ٩٠°.

فى صمام الشعاع المحجوز ، تمثل الشبكتان ١ و ٣ حواجز الكهارب . فعندما تكونان مفتوحتان ، يمر تيار بالصمام . وعندما تكون أحدهما مغلقة ، لا يمر تيار . وفى هذه الحالة يتأخر الحاجز الثانى عن الأول . ويبدأ تيار اللوح فى المرور بتأخير فتح الحاجز الثانى ، وينتهى بغلق الحاجز الأول ؟

والآن ، عندما تكون إشارة الدخول غير معدّلة ، ودائرة الرنين

ل$_٣$ س$_٣$ منغمة على التردد البينى ، يتأخر الضغط على الشبكة ٣ بمقدار ٩٠° عن الضغط على الشبكة ١ . أما عندما تكون إشارة الدخول معدَّلة تعديل تردد ، وتُغيِّر من ترددها ، فإن فرق الوجه بين ضغطى الشبكتين يتغير هو الآخر بالمثل . وهذا بدوره يغير من طول فترة بقاء تيار اللوح . انظر شكل (٩ / ١٤) . وعلى ذلك يتغير تيار اللوح كلما تغير التردد ، وتصمم الدائرة بحيث توجد علاقة خطيَّة بين كل من قيمة تيار اللوح والحيود فى التردد . وبتوصيل مقاومة مع اللوح ، كما فى الشكل (٩/١٣) ، يمكن الحصول على إشارة صوتية لتغذية مكبر الصوت اللاحق .

يمرر ضغط ى.ن بواسطة س$_٤$. ولكن طالما أن س$_٤$ موضوع بعد م$_٤$ ، يظهر ضغط ى.ن صغير على لوح الصمام . وعن طريق السعة بين اللوح والشبكة ٣ ، فان ضغط ى.ن المتولد على م$_٤$ يصل إلى ل$_٣$ س$_٣$. وتكون علاقة فرق الوجه الموجودة فى هذه الدائرة بحيث أن ضغط التغذية الخلفية هذا يساعد على تشغيل دائرة الرنين .

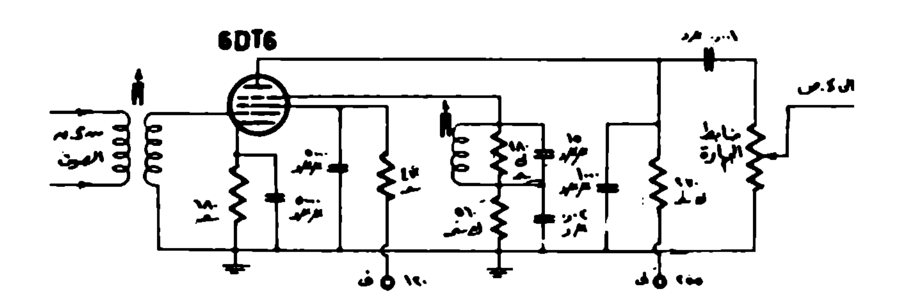


شكل (٩ / ١٤) : تأثير الشبكة الحاكمة والشبكة التعامدية على تيار اللوح لكاشف الشعاع المحجوز .

نحصل على انحياز الشبكتين ١ و ٣ بوضع مقاومة م$_١$ فى دائرة المهبط . وبما أن التخلص من تعديل الاتساع ، وخاصة عند إشارة دخول منخفضة قرب الحدود ، تعتمد على صحة انحياز الشبكة ، فإن مقاومة المهبط أختيرت متغيرة لهذا الغرض . إذ أن هذا يساعد على عملية الضبط بعد استعمال الجهاز لتعويض أى تغيير قد يطرأ على الصمام أو القطع الإلكترونية لأى سبب ما .

٩ / ٨ كاشف 6DT6 :

تكلمنا عن كاشف الشعاع المحجوز ، وعرفنا أنه صمام مصمم بطريقة خاصة . ويستخدم لنفس الغرض – فى الوقت الحالى – صمام تركيبه الداخلى يشبه إلى حد كبير الصمام الخماسى . ولا يختلف عن الصمام الخماسى إلا فى أن كل من شبكتيه الحاكمة والحاجزة لها مقدرة على القطع الحاد لتيار اللوح . وهى فى ذلك تشبه الشبكتان ١ و ٣ فى الصمام 6BN6 . هذا الصمام هو 6DT6 (أو 3DT6) . ودائرته ككاشف تعديل تردد تشبه دائرة كاشف الشعاع المحجوز . انظر شكل (٩ / ١٥) .



شكل (٩ / ١٥) : دائرة كاشف صوت يستخدم صمام 6DT6

فى حالة إشارة دخول من متوسطة إلى قوية ، يحدث الكشف بالشبكة التعامدية أساساً كما هو الحال فى دائرة كاشف الشعاع المحجوز . أما فى حالة إشارة دخول ضعيفة ، نجد أن دائرة 6DT6 تتذبذب عند التردد البينى ٥,٥ ميجا ذ/ث . وهذا يساعد على المحافظة على ثبوت إشارة الخروج الموحدة ، بالرغم من حقيقة أن الإشارة الضعيفة تميل إلى تغيير اتساعها بشكل محسوس نتيجة الشوشرة أو « الخفوت Fading » .

يحدث التذبذب نتيجة التغذية الخلفية التى تحدث بين الشبكة الحاكمة والشبكة الحاجزة داخل الصمام . فإشارة الدخول على الشبكة الحاكمة تندمج مع تلك التذبذبات ، وتجعلها تحرف ترددها عندما يحرك التعديل تردد الإشارة

جيئة وذهاباً . يحدث كشف الشبكة ـ التعامدية العادى فى الكاشف المتذبذب : فالتذبذب يعزز حساسية هذه الدائرة للاشارات الضعيفة ، ويجعلها تعطى خروجاً واضحاً ، حتى تحت ظروف استقبال مناوئة .

عند استقبال إشارة متوسطة أو قوية ، تسحب الشبكة الحاكمة تيار شبكة ، فتحمّل دائرة الدخول المنغمة . وهذا لا يقضى فقط على أى ميل للتذبذب ، ولكنه كذلك يوسع استجابة التنغيم. وذلك يميل إلى الحد من تلك الإشارات ، ومن ثم يساهم إلى حد ما فى عملية التحديد . أما بالنسبة لكاشف الشعاع المحجوز فتتم عملية التحديد داخل الصمام نفسه .

بعد الكشف على الإشارة الصوتية ، تكبر فى مكبر الذبذبات الصوتية وذلك حتى نحصل على الطاقة الصوتية المطلوبة . بعد التكبير توصل الإشارة إلى السماعة لتخرج منها كإشارة مسموعة . وعادة يوجد محول توفيق بين المكبر والسماعة ليوفق بين إعاقتيهما للحصول على أكبر قدرة ممكنة . ومكبر الذبذبات الصوتية يشبه ذلك المستخدم فى الراديو ، ويوجد بدائرته ضابط للصوت (للجهارة) وغالباً ضابط للنغم . ويقوم ضابط الصوت (الجهارة) بالتحكم فى مقدار التكبير المتساوى لكل طيف الترددات الصوتية . أما ضابط النغم فيتحكم فى مقدار النغم . ويمكن استخدام أكثر من سماعة بتوصيلات معينة للحصول على أداء جيد .

٩ / ٩ دوائر قسم الصوت :

دوائر قسم الصوت فى جهاز التليفزيون أصبحت شبه موحدة . ويمكن حصر الاختلاف بين دائرة والأخرى فى الآتى :

(ا) نقطة فصل إشارة الصوت عن إشارة الصورة .

(ب) عدد مراحل تكبير ى . ن الصوت المستخدمة .

(حـ) نوع كاشف الصوت المستعمل .

تفصل عادة إشارة الصوت إما عند خروج كاشف الصورة أو عند لوح صمام مكبر إشارة الصورة الأول . وعندما نفصل إشارة الصوت عند خروج

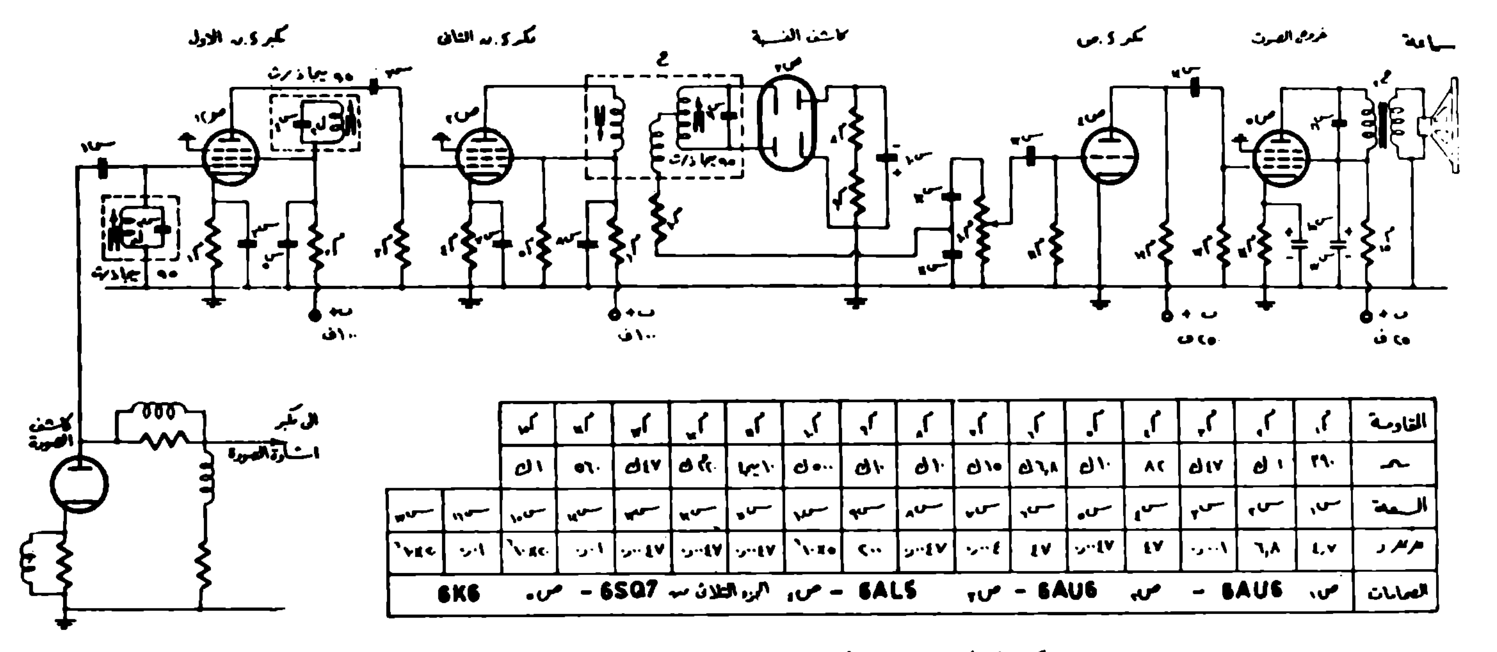
كاشف الصورة ، نستخدم عادة مرحلتى تكبير ى.ن للصوت . أما فى حالة فصل إشارة الصوت عند لوح صمام مكبر إشارة الصورة الأول ، نستخدم مرحلة واحدة لتكبير ى.ن الصوت . هذا بالنسبة لنقط فصل إشارة الصوت وعدد مراحل تكبير ى.ن الصوت . أما بالنسبة لأنواع كاشف الصوت فقد تكلمنا عنها فيما سبق بهذا الباب .

والآن سنأخذ مثلا عن دائرة كاملة لقسم الصوت بجهاز تليفزيون ، كما فى شكل (٩ / ١٦) . وفى هذه الدائرة تفصل إشارة ى.ن الصوت عند خروج كاشف الصورة . وينغم ملف الفصل ل$_{١}$ ، بواسطة قلب حديدى ، على تردد ى.ن الصوت وهو ٥,٥ ميجا ذ/ث فى حالة الصوت المشترك . ثم تصل الإشارة ٥,٥ ميجا ذ/ث إلى الشبكة الحاكمة لأول صمام تكبير ى.ن الصوت ص$_{١}$. ودائرة المكبر ص$_{١}$ هى دائرة مألوفة . وقد أختير تنغيم الدائرة ليعطى أقصى تكبير عند ٥,٥ ميجا ذ/ث . وينغم ملف ى.ن (ل$_{٢}$) ، بواسطة قلب حديدى ، على ٥,٥ ميجا ذ/ث . ويسلط خروج لوح الصمام ص$_{١}$ على الشبكة الحاكمة للصمام ص$_{٢}$. ويعمل الصمام ص$_{٢}$ كمكبر ى.ن وكمحدِّد .

بعد ذلك تسلط إشارة ى.ن الصـــوت المكبرة على الصمام ص$_{٣}$ ، عن طريق محول ى.ن منغم (ح$_{١}$) . ويقوم الصمام ص$_{٣}$ بعمل كاشف النسبة للكشف عن إشارة الصوت من إشارة ٥,٥ ميجا ذ/ث المعدَّلة تعديل تردد . وخروج ص$_{٣}$ عبارة عن إشارة الصوت . وتوصل إشارة الصوت إلى « ضابط الجهارة Volume Control » م$_{١٠}$ ، عن طريق س$_{١٢}$.

ص$_{٤}$ يعمل كمكبر ضغط ترددات صوتية عالى الكسب . و ص$_{٥}$ يعمل كصمام خروج الصوت . وتصل إشارة الخروج الصوتية من لوح الصمام ص$_{٥}$ إلى السماعة عن طريق محول التوفيق ح$_{٢}$ ، الذى يوفق بين كل من معاوقة خروج لوح الصمام ص$_{٥}$ ومعاوقة دخول ملف تحريك السماعة .

يلاحظ أن انحياز المهبط المألوف يستخدم للصمامين ص$_{١}$ و ص$_{٢}$. وأن



المقاومة	م١	م٢	م٣	م٤	م٥	م٦	م٧	م٨	م٩	م١٠	م١١	م١٢	م١٣	م١٤	م١٥	م١٦
~	٣٩٠	١ ك	٤٧ك	٨٢	١٠ك	٦,٨ك	١٥ك	١٠ك	١٠ك	١٠ك	٥٠٠ك	١٠ ميجا	٢٢٠ك	٤٧ك	٥٦٠	١ك

السعة	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨	س٩	س١٠	س١١	س١٢	س١٣	س١٤	س١٥	س١٦	س١٧
[illegible]	٤,٧	٦,٨	٠,٠٠١	٤٧	٠,٠٠٤٧	٤٧	٠,٠٠٤	٠,٠٠٤٧	٠,٠٠٤٧	٢٠٠	٥×١٠$^{-٦}$	٠,٠٠٤٧	٠,٠٠٤٧	٠,٠١	١٠×١٠$^{-٦}$	٠,٠١	٢٥×١٠$^{-٦}$

الصمامات	ص١ 6AU6 - ص٢ ، ص٣ - 6AU6 ، ص٤ - 6ALS ، الجزء الثلاثي من 6SQ7 - ص٥ 6K6

شكل (٩/١٦) : دائرة كاملة لقسم الصوت بجهاز تليفزيون .

الشبكة الحاجزة لكل منهما تمرَّر جيداً كذلك بواسطة المكثفين $س_{٥}$ و $س_{٨}$. وتقوم المجموعة $س_{١٠}$ $م_{٨}$ $م_{٩}$ بتجهيز الانحياز لكاشف النسبة . ويعتمد الضغط المستمر السالب فى هــذه المجموعة على شدة إشارة ى.ن الصوت الواصلة لكاشف النسبة .

ملخص (٩)

١ ـ فى حالة تعديل التّردد يتغير التّردد اللحظى للموجة الحاملة حسب التغير فى الموجة الصوتية . وفى هذه الحالة يعبر عن تردد الموجة الصوتية بمقدار عدد المرات فى الثانية التى يتغير فيها تردد الموجة الحاملة بين أقصى وأقل تردد لها . كما أن اتساع الموجة الصوتية يعبر عنه بمقدار حيود تردد الموجة الحاملة عن التّردد العادى أو المتوسط لها على كلا الجانبين ، ويسمى ذلك « اجتياز التّردد » .

٢ ـ يختار تعديل التّردد لنقل إشارة الصوت بالتليفزيون لأنه يسمح باستقبال أحسن تحت ظروف صعبة (من السهل الإقلال من تأثير التداخل ـ تكاليف إرسال قدرة معينة تكون أرخص) .

٣ ـ أجهزة الإرسال اللاسلكية فى مدى التّرددات السنتيمترية تستخدم تعديل التّردد ، لأنه أكثر استقراراً من تعديل الاتساع .

٤ ـ فى حالة تعديل التّردد توجد موجة حاملة وعدد لانهائى من الحزمات الجانبية موضوعة بالتشابه على جانبى الموجة الحاملة . وعموماً يحتاج تعديل التّردد لحزمة ترددات عرضها أكبر من اللازمة لتعديل الاتساع ؛ لذلك لا يستخدم تعديل التّردد فى مدى الموجات الطويلة والمتوسطة والقصيرة .

٥ ـ الغرض الأساسى للمحدِّد هو التخلص من تأثير التغير فى الاتساع لإشارة تعديل التّردد .

٦ ـ كشف الميل عبارة عن الاستفادة بأحد جوانب الميل لمنحنى استجابة

دائرة رنين ليساعد على تحويل التغيير فى التّردد إلى تغيير فى الاتساع .

٧ - يستخدم المميِّز للكشف عن موجة تعديل التّردد . وأبسط أنواعه هو المميز الثلاثى التنغيم . ومن عيوبه احتمال صعوبة ضبطه بسبب التأثير المتبادل بين دوائر التنغيم الثلاثة المربوطة ببعضها . وقد تطور هذا النوع إلى نوع آخر أسهل فى عملية الضبط وأبسط فى التّركيب يسمى مميز « زحزحة الوجه » .

٨ - يمكن كذلك الكشف عن إشارة تعديل التّردد بواسطة كاشف النسبة أو كاشف الشعاع المحجوز أو كاشف 6DT6 .

٩ - بعد الكشف على الإشارة الصوتية ، تكبر فى مكبر الذبذبات الصوتية ، ثم توصل إلى السماعة عن طريق محول توفيق فتخرج منها إشارة مسموعة :

١٠ - يمكن حصر الاختلاف بين دوائر قسم الصوت فى الآتى : نقطة فصل إشارة الصوت عن إشارة الصورة - عدد مرات مراحل تكبير ى.ن الصوت المستخدمة - نوع كاشف الصوت المستعمل :

١١ - تعاريف اصطلاحات تعديل التّردد :

- التّردد المركزى Center Frequency : هو تردد الموجة الحاملة عندما لا يوجد تعديل .
- رحيل التّردد Frequency Departure : هو التغير اللحظى فى تردد الإشارة عن التّردد المتوسط .
- انحراف التّردد Frequency Deviation : هو أقصى رحيل للتردد من التّردد المركزى عند القيمة الذروية لضغط التعديل .
- تأرجح التّردد Frequency Swing : هو مجموع انحراف التّردد على كل من جانبى الموجة الحاملة ، أى مرتان قيمة انحراف التّردد .
- نسبة التعديل Per Cent Modulation : هو النسبة المئوية لانحياز التّردد الفعلى الناتج عن التعديل إلى قيمة انحياز تردد اختيارى يمثل تعديل ١٠٠ (٥٠ ك ذ/ث حسب النظام الأوربى للتليفزيون) .

• دليل التردد Frequency Index : هو نسبة مقدار حيود التردد إلى تردد ضغط التعديل . ويفيد فى تحديد توزيع الحزم الجانبية حول الموجة الحاملة .

• نسبة الانحراف Deviation Ratio : هو نسبة أقصى مقدار لانحراف التردد إلى أعلى تردد تعديل صوتى . ويفيد فى تحديد متطلبات عرض الحزمة .

١٢ – مقارنة بين إشارات تعديل التردد وتعديل الاتساع :

تعديل التردد	تعديل الاتساع
– إتساع الموجة الحاملة ثابت	– يتغير إتساع الموجة الحاملة مع التعديل
– يتغير تردد الموجة الحاملة مع التعديل	– تردد الموجة الحاملة ثابت
– ضغط التعديل : التغير فى الاتساع يحدد مقدار تغير تردد الموجة الحاملة	– ضغط التعديل : التغير فى الاتساع يحدد مقدار تغير اتساع الموجة الحاملة
– تردد التعديل هو معدل تغير تردد الموجة الحاملة	– تردد التعديل هو معدل تغير إتساع الموجة الحاملة

أسئلة (٩)

١ – ما هو الفرق بين تعديل التردد وتعديل الاتساع ؟

٢ – عرّف كل من التردد المتوسط وانحياز التردد ونسبة التعديل ونسبة الانحراف فى حالة تعديل التردد .

٣ – ما سبب اختيار تعديل التردد لنقل إشارة الصوت بالتليفزيون ؟

٤ – ما سر استخدام تعديل التردد للموجات السنتيمترية ، وعدم استخدامه فى الموجات الطويلة والمتوسطة والقصيرة ؟

٥ – اشرح بالرسم مقدرة تعديل التردد على التخلص من التداخل بواسطة تحديد الاتساع .

٦ – كيف يمكن لزيادة تكبير ترددات التعديل العالية فى جهاز الارسال ثم انقاص تكبيرها فى جهاز الاستقبال أن يقلل من تداخل الشوشرة ؟

٧ – ما الغرض من استخدام المحدِّد فى أجهزة تعديل التردد ؟ وهل كل أجهزة تعديل التردد تحتاج إلى محدد ؟ إشرح .

٨ – ماذا تعرف عن كشف الميل ؟

٩ – ارسم دائرة مميز ثلاثى التنغيم ، وارسم منحنى الاستجابة له ، واذكر عيوبه .

١٠ – ما هو مميز زحزحة الموجة ؟

١١ – ارسم دائرة كاشف النسبة ، واشرح طريقة عمله .

١٢ – ماذا تعرف عن كاشف الشعاع المحجوز ؟

١٣ – اشرح عمل محدد انحياز منضحة الشبكة .

١٤ – ارسم دائرة كاشف 6DT6 ، واشرح طريقة عمله .

١٥ – ما هى نقط الاختلاف العامة بين دوائر قسم الصوت بأجهزة التليفزيون؟

الباب ١٠

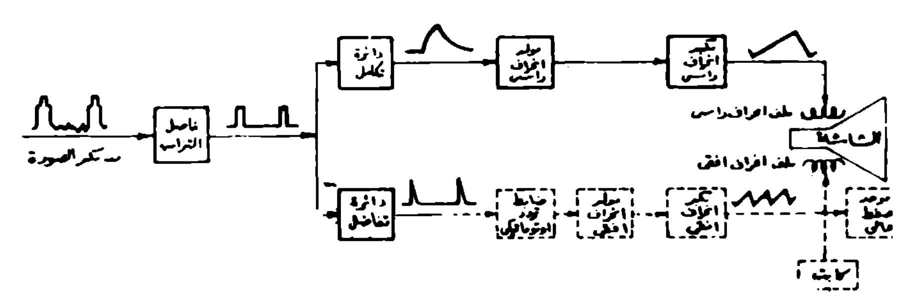
التزامن والانحراف الرأسي

١٠ / ١ التزامن والانحراف الرأسي :

تكلمنا فيما سبق عن دوائر الصوت والصورة ، وبقى أن نتكلم الآن عن دوائر الانحراف التى تولد تيارات أسنان المنشار اللازمة لتغذية ملفات الانحراف . انظر شكل (١٠ / ١) . وملفات الانحراف هى التى تحرك شعاع الكهارب لرسم الصورة على شاشة التليفزيون . ولاتمام ذلك يجب أن نحصل على نبضات التزامن من إشارة الصورة المركّبة . ثم نوصل نبضات التزامن هذه إلى دوائر أخرى لتجعل شعاع الكهارب على شاشة الاستقبال متزامن بالضبط مع شعاع الكهارب فى الكاميرا بالاستديو .

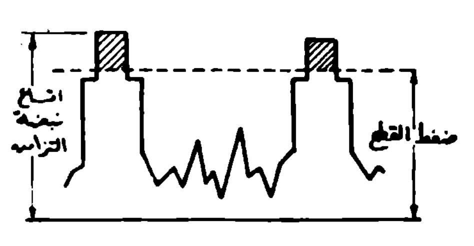
نعرف أن إشارة الصورة المركّبة تحتوى على نبضات تزامن أفقى ، للتحكم فى الانحراف الأفقى ، كما تحتوى على نبضات تزامن رأسى ، للتحكم فى الانحراف الرأسى . ونبضات التزامن الأفقى والرأسى لها نفس الاتساع ، ولكنها تختلف عن بعضها فى الشكل الموجى . لذلك يتم فصل نبضات التزامن عن إشارة الصورة المركّبة على مرحلتين :أولا تفصل نبضات التزامن الأفقى والرأسى عن إشارة الصورة على أساس الاتساع ، ثم بعد ذلك تفصل نبضات التزامن الأفقى عن الرأسى على أساس الشكل الموجى . وسنتكلم الآن على

فصل نبضات التزامن عن إشارة الصورة ، ثم بعد ذلك سنشرح دوائر لانحراف الرأسى . وسنترك شرح دوائر الانحراف الأفقى للباب القادم .



شكل (١٠ / ١): رسم مربعات لقسم التزامن والانحراف الرأسى .

يلاحظ أن إتساع نبضات التزامن هو أكبر إتساع فى إشارة الصورة المركبة . وقد عمل هذا عن عمد ، حتى يمكن فصل نبضات التزامن ذات الاتساع الكبير عن باقى الإشارة ذات الاتساع الأقل ، كما هو واضح من الشكل (١٠ / ٢) : وبذلك يمكن فصل نبضات التزامن بواسطة دائرة صمام ثنائى أو ثلاثى ، كما يلى :

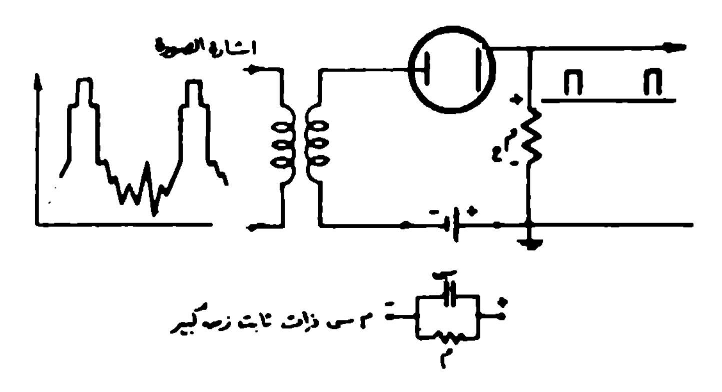


شكل (١٠/ ٢) : إتساع نبضات التزامن هو أكبر إتساع فى إشارة الصورة المركبة ، وهذا يمكن من فصل نبضات التزامن ذات الاتساع الكبير عن باقى الإشارة ذات الاتساع الأقل.

١٠/ ٢ الصمام الثنائى فاصل تزامن :

مبين فى شكل (١٠ / ٣) رسم مبسط لدائرة فاصل تزامن يستخدم صماماً ثنائياً. توصل إشارة الصورة المركبة بواسطة المحول بين لوح الصمام والأر بينما يتولد ضغط الخروج على مقاومة الحمل م ح . ويلاحظ وجود بطارية فى الدائرة موصلة بحيث أن طرفها السالب يكون فى اتجاه لوح الصمام ، وهذا

يعطى للوح ضغط انحياز سالب . وضغط الانحياز السالب يمنع مرور تيار فى الصمام ، إلى أن يصل ضغط إشارة الصورة الواصلة إلى أكبر من ضغط القطع . وبذلك يمنع ضغط الانحياز السالب مرور تيار فى الصمام أثناء إشارة الصورة ونبضات الاطفاء ، بينما يمر التيار فقط فى حالة نبضات التّزامن . وهكذا لا يظهر على مقاومة الحمل غير ضغط نبضات التّزامن فقط . وبهذه الطريقة يتم فصل نبضات التّزامن .

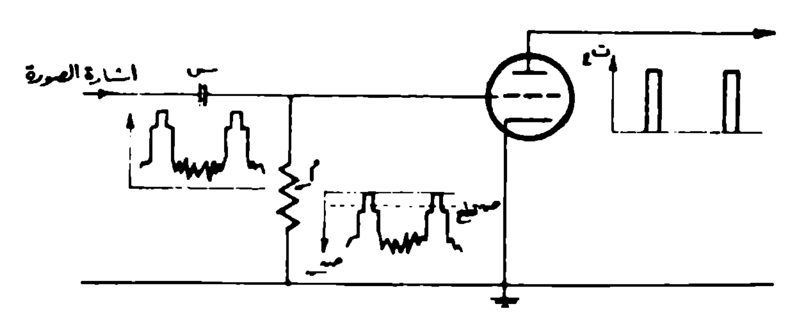


شكل (١٠ / ٣) : رسم مبسط لدائرة فاصل تزامن تستخدم صماماً ثنائياً .

استخدام بطارية أو وحدة تغذية تيار مستمر لتوليد ضغط الانحيـــاز السالب يكون عموماً غير عملى . وتظهر الحاجة إلى دائرة تغيـّر نقطة تشغيلها تلقائياً كلما تغير اتساع الإشارة المستقبلة . ويمكن عمل ذلك باستخدام دائرة م س ذات ثابت زمن كبير بدلا من البطارية شكل (١٠ / ٣) . والمقاومة م مع السعة س تكوّن مرشح تمرير منخفض ثابت زمنه كبير نسبياً ، يساوى تقريباً الوقت اللازم لعشرة خطوط أفقية . وبذلك يعتمد الضغط المتولد على م س على أعلى ضغط دخول للاشارة ، أى على إتساع نبضات التّزامن : وهكذا يتغير ضغط الانحياز السالب تلقائياً حسب شدة إشارة الدخول . وتعمل الدائرة كما سبق شرحهُ . وسنكتفى بهذا المثال المبسط لشرح إمكان استخدام الصمام الثنائى كفاصل تزامن .

١٠ / ٣ الصمام الثلاثى فاصل تزامن :

شكل (١٠ / ٤) به رسم مبسط لدائرة فاصل تزامن تستخدم صماماً ثلاثياً . والصمام المستخدم له تأرجح شبكة صغير جداً . كما أنه يتم ضبط ضغط الشبكة تلقائياً بواسطة تيار الشبكة . عند توصيل إشارة الصورة « المكشوفة Demodulated » إلى الصمام ، يصير ضغط الشبكة بحيث تصل القمة الموجبة لإشارة الصورة ، أى قمة نبضات التزامن ، إلى الصفر . وبهذا تقع إشارة الصورة كلية تحت ضغط القطع ، كما هو مبين بالشكل . وبذلك نحصل على تيار لوح يمثل نبضات التزامن فقط ، كما فى الشكل .



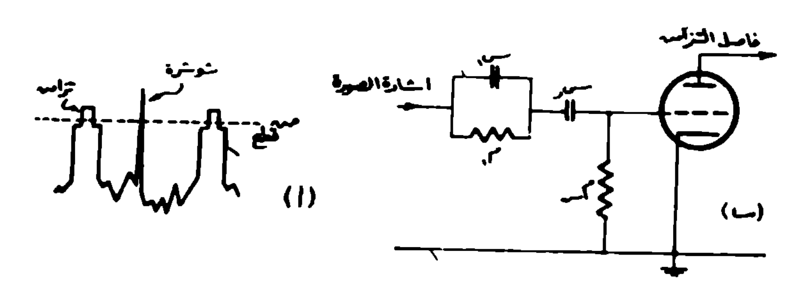
شكل (١٠ / ٤) : رسم مبسط لدائرة فاصل تزامن تستخدم صماماً ثلاثياً .

وتظهر هنا أهمية ض ك أ ، إذ بدونه يحدث أن يكون إتساع الإشارة – عند وصولها إلى فاصل التزامن – صغيراً بدرجة تسمح بأن يمر فى الصمام ليس نبضات التزامن فقط ، بل وكذلك جزء آخر من الإشارة . وقد ينتج عن هذا اختلال فى عملية التزامن . وليس هذا فقط ما يخل بعملية التزامن ، بل ونبضات الشوشرة كذلك .

إذا وصلت نبضات شوشرة إلى فاصل التزامن ، يمكن أن تحدث إخلالا بالتزامن ، ينتج عنه أن تتحرك (تلف) الصورة رأسياً أو تتمزق أفقياً . وللاقلال من تأثير نبضات الشوشرة على شبكة صمام فاصل التزامن ، يمكن أن نضع فى طريق الإشارة إلى الشبكة دائرة م س لها ثابت زمن

صغير . وشكل (١٠ / ٥ أ) به رسم لإشارة صورة بها نبضة شوشرة . ويلاحظ أن إتساع نبضة الشوشرة كبير بحيث يتعدى ضغط القطع ، ويمر من فاصل التزامن جنباً إلى جنب مع نبضات التزامن .

فى شكل (١٠ / ٥ ب) رسم لدائرة م١ س١ ذات ثابت زمن صغير ، موصلة إلى شبكة صمام فاصل تزامن . فإذا كان ثابت الزمن م١س١ فى حدود ٤٠ ميكرو ثانية ، يمكن للمكثف س١ أن يفرغ فى المقاومة م١ بين نبضتى التزامن السابقة واللاحقة . وبذلك لا يؤثر على ضغط الانحياز للشبكة الذى تحدده مش سر للتزامن . فيظل انحياز الشبكة كما هو تقريباً لضغط التزامن ، ويسمح بفصل التزامن عند ضغط قطع ثابت . ولكن عند حدوث نبضة الشوشرة ، يرفع م١ س١ ضغط الانحياز وقتياً ، فينخفض تكبير الصمام خلال نبضة الشوشرة . أما فى حالة عدم وجود شوشرة نجد م١ يحافظ على س١ مفرغاً ، وبذلك لا يتوالد ضغط انحياز إضافى .



شكل (١٠ / ٥) : (أ) إشارة صورة بها نبضة شوشرة
(ب) دائرة م س ذات ثابت زمن صغير موصلة إلى شبكة صمام فاصل تزامن .

عملية فصل التزامن يطلق عليها اسم « الاقتضاب Clipping » لأن إشارة الصورة المركّبة تقتضب إلى قمة نبضة التزامن فقط . وفاصل التزامن يسمى « المقتضب Clipper » . والمقتضب — كما ذكرنا — له تأرجح شبكة يسمح للقمة الموجبة فقط ، أى لنبضة التزامن ، بالتكبير . كما أن الضغط المنخفض للوح الصمام يجعله يصل إلى التشبع فى حالة وصول إشارة شديدة جداً ، ويقطع القمة الزائدة ويجعلها مربعة الشكل .

توجد دوائر عملية تستخدم الصماماً الثلاثياً لعملية فصل التزامن والتكبير . وفى دوائر أخرى يضاف مكبر تزامن للحصول على تكبير أكبر . كما أن بعض الدوائر تستخدم صماماً خماسياً بدلا من الثلاثى لفصل وتكبير التزامن . وتقوم بعض الدوائر بجانب فصل وتكبير التزامن بتضبيع الشوشرة . وسنورد فيما يلى بعض أمثلة لدوائر تزامن مستخدمة .

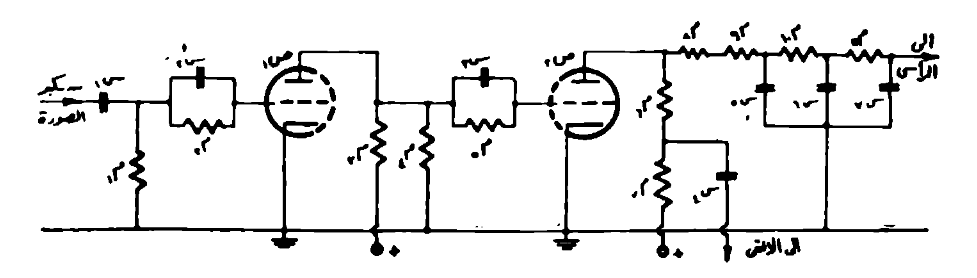
١٠ / ٤ دائرة فاصل ومكبر تزامن :

شكل (١٠ / ٦) به رسم دائرة شائعة الاستعمال لفاصل ومكبر تزامن يستخدم صماماً ثلاثياً مزدوجاً لعمليتى الفصل والتكبير . تصل إشارة الصورة الموجبة التزامن من مكبر الصورة إلى الشبكة الحاكمة للصمام $ص_١$. ويوصل مهبط $ص_١$ إلى الأرض مباشرة ، ولكن يوجد بدائر الشبكة مقاومات عالية . وفى حالة عدم وصول إشارة ، يكون ضغط الانحياز بين الشبكة والمهبط يساوى صفر ، ويمر تيار لوح كبير فى المقاومتين $م_٣$ و $م_٤$.

عند وصول إشارة موجبة التزامن ، تصبح الشبكة موجبة ويمر تيار بدائرة الشبكة . هذا التيار يشحن كل من $س_١$ و $س_٢$. وفى الفترة بين النبضات تفرغ المكثفات شحنتها فى $م_١$ و $م_٢$ ، مولدة ضغطاً على هـــذه المقاومات ، ينتج عنه أن يصير جهد الشبكة سالباً بالنسبة للأرض. ويكون مستوى الجهد السالب للشبكة بحيث يكون الصمام فى حالة قطع ما عدا عند وصول نبضات التزامن. ومن ثم نجد أن إشارات لوح الصمام $ص_١$ عبارة نبضات تزامن أساساً .

نبضات التزامن فى دائرة لوح الصمام $ص_١$ تكون سالبة الاستقطاب . وهذا له أهمية ، لأن فى مرحلة التكبير التالية ، المكونةمن دائرة الصمام $ص_٢$ ، يصل إلى شبكة $ص_٢$ جهد موجب بسيط . يتسبب هذا الجهد الموجب فى مرور تيار بدائرة الشبكة ، مما ينتج عنه هبوط فى الضغط ويصير الضغط الفعلى للشبكة قريب من الصفر .

والآن عند توصيل ضغط موجب للإشارة إلى هذه الشبكة ، نجد أن تيار اللوح لا يتأثر كثيراً . أما عند وصول الضغط السالب لإشارة التزامن ،



شكل (١٠ / ٦)

دائرة شائعة الاستعمال لفاصل ومكبر تزامن يستخدم صماماً ثلاثياً مزدوجاً لعمليتى الفصل والتكبير .

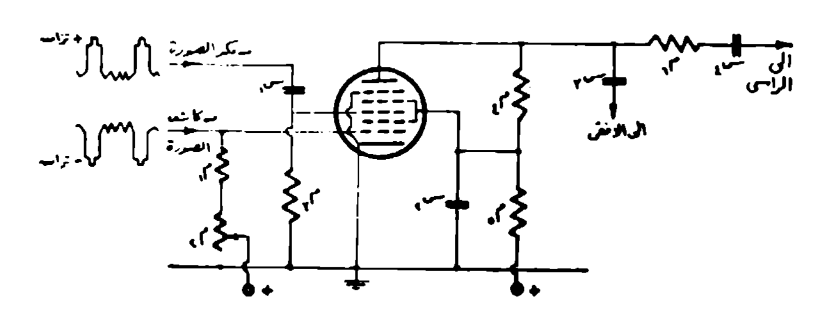
يهبط ضغط الشبكة بحدّة ، مما ينتج عنه ارتفاع سريع فى تيار اللوح . وعلى ذلك نجد أن نبضات التزامن الموجبة الواصلة إلى شبكة الصمام ص١ تظهر فى دائرة لوح الصمام ص٢ . وبهذه الطريقة يكبر الصمام ص٢ ويمرر ما يصل إليه من نبضات تزامن ، كما يضيّع أى إشارة صورة تكون قد مرت مع نبضة التزامن من الصمام ص١ .

بعد الصمام ص٢ نكون قد فصلنا نبضات التزامن عن إشارة الصورة . ولا يبقى بعد ذلك إلا أن نفصل كل من إشارات التزامن الرأسى والتزامن الأفقى عن بعضها البعض . وهذا يتم بواسطة دوائر التكامل والتفاضل التى سيأتى شرحها . وفى الشكل يتم فصل نبضات التزامن الرأسى بواسطة دائرة التكامل المكونة من م٩ م١٠ م١١ س٥س٦س٧ . أما فصل نبضات التزامن الأفقى ونبضات التعادل فيتم عن طريق دائرة المكثف س٤ .

١٠ / ٥ دائرة فاصل تزامن ومضيع شوشرة :

وجود نبضات شوشرة مع الإشارة تخل بتزامن الانحراف . ولتفادى ذلك نجد أن بعض الأجهزة مصممة بحيث تحوى « مضيع شوشرة Noise immunity » مع فاصل التزامن . وتوجد فى شكل (١٠ / ٧) دائرة شائعة

تستخدم صماماً سباعياً 6SC6 يقوم بعمل فاصل تزامن ومضيع شوشرة فى نفس الوقت .



شكل (١٠ / ٧)
دائرة شائعة لصمام سباعى يقوم بعمل فاصـــل تزامن ومضيع شوشرة فى نفس الوقت .

تصل إلى الشبكة رقم (١) إشارة سالبة التزامن من كاشف الصورة . وفى نفس الوقت يصل إلى الشبكة رقم (١) ضغط موجب بسيط ، عن طريق مجزئ الضغط م٢ ، الذى يطلق عليه اسم « تحكم حاجز الشوشرة Noise Gate Control » . ويضبط مجزئ الضغط م٢ بحيث يكون جهد الشبكة (١) قريباً من الصفر ، وبذلك لا توصل الإشارة السالبة الصمام إلى حالة القطع ، ولا يتوقف تيار اللوح عن السريان أى أن الصمام يكون فى حالة توصيل ، حتى عند أكبر ضغط سالب لإشارة التزامن .

يصل فى نفس الوقت إلى الشبكة (٣) إشارة موجبة التزامن بعد تكبيرها فى مكبر الصورة. عند البدء يكون جهد الشبكة (٣) صفراً . ولكن الإشارة الواصلة تولد بواسطة س١ م٣ ضغط انحياز سالب على الشبكة (٣) . وضغط الانحياز السالب هذا لا يسمح بمرور تيار إلا أثناء نبضات التزامن فقط

من ذلك نرى أن الشبكة (١) تسمح بمرور تيار اللوح طول وقت الإشارة ، بينما الشبكة (٣) لا تسمح بمرور تيار إلا أثناء نبضات التزامن فقط . وهكذا يتم فصل نبضات التزامن .

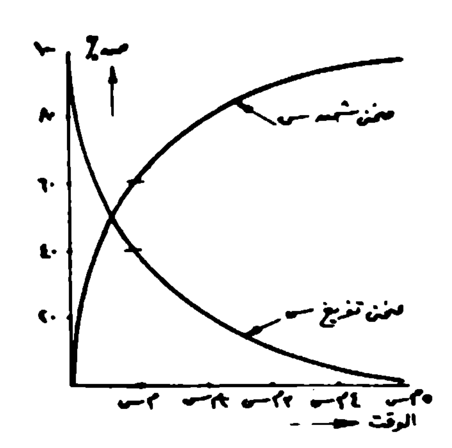
إذا وصل إلى الشبكة (١) نبضة شوشرة قوية إتساعها أكبر من إتساع نبضة التزامن ، يزيد الانحياز السالب للشبكة (١) إلى درجة تمنع مرور تيار اللوح وتوصل الصمام إلى حالة القطع . وبهذا لا تظهر نبضة الشوشرة على لوح الصمام وتضيع الشوشرة . وبتلك الطريقة يمكن التخلص من متاعب الشوشرة . وهكذا تقوم هذه الدائرة بفصل التزامن والتخلص من الشوشرة باستخدام صمام واحد .

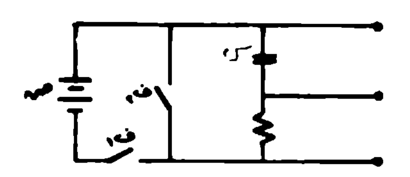
١٠ / ٦ فصل نبضات التزامن الأفقية والرأسية عن بعضها :

بعد فصل نبضات التزامن عن إشارة الصورة المركبة بواسطة فاصل التزامن ، تبقى مهمة فصل نبضات التزامن الأفقية والرأسية عن بعضها البعض.

ولما كان لكل من النبضات الأفقية والرأسية نفس الاتساع ، فإن طريقة فصلها تعتمد على تردد كل منها وشكلها الموجي . ولهذا الغرض نستخدم دائرة م س . ويجدر بنا هنا أن نذكر بعض الحقائق عن عمل دائرة م س كما يلي:

معدل شحن مكثف يحدد بمقدار المقاومة التي يمر فيها تيار الشحن. فمثلا في الدائرة المرسومة في شكل (١٠ / ٨) عند توصيل المفتاح ف١ ، يزيد الضغط على المكثف بالطريقة الموضحة بمنحنى شحن س إلى أن يتم شحن المكثف ، بينما الضغط على المقاومة يتبع منحنى تفريغ س .





دائرة م س ومنحنيات شحن وتفريغ المكثف

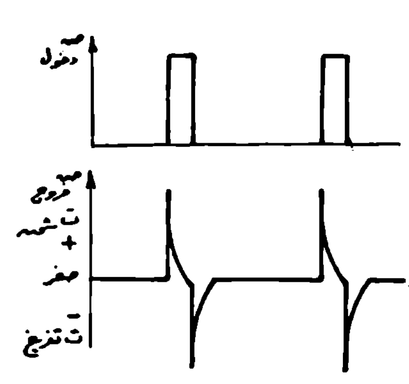
شكل (١٠ / ٨): دائرة م س ومنحنيات شحن وتفريغ المكثف .

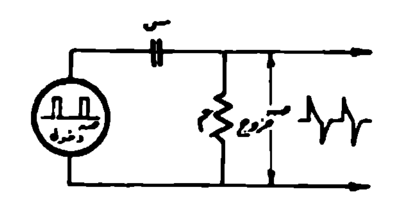
والآن إذا فتحنا ف$_1$ ووصلنا ف$_2$ ، يفرغ المكثف س شحنته فى المقاومة م . ويقل الضغط على س بالطريقة الموضحة بمنحنى تفريغ س إلى أن يتم تفريغ المكثف . بينما يقل الضغط على المقاومة م بنفس الطريقة ، لأنها متصلة مباشرة على المكثف .

ويمكن تركيب م س لتكوّن ما يسمى بدائرتى تفاضل وتكامل ، لفصل نبضات التزامن الأفقية والرأسية على الترتيب .

٧/١٠ دائرة التفاضل Differentiating Circuit :

شكل (١٠ / ٩) يبين رسم دائرة تفاضل . وهى تعمل بالطريقة الآتية : عند توصيل نبضة ضغط إلى المكثف ، يمر تيار شحن بالدائرة . وفى حالة القيم الصغيرة للمقاومة والمكثف ، يكون تيار الشحن قوياً عند البدء ثم يضمحل سريعاً إلى الصفر ، لأن وقت شحن السعة الصغيرة يكون قصيراً . والوقت اللازم للشحن يمكن أن يكون أصغر من فترة بقاء نبضة الضغط الداخلة . وبذلك تتكون عندنا نبضة تيار شحن موجبة قصيرة جداً تنطبق مقدمتها مع مقدمة النبضة ، ثم تأخذ شكل منحنى الاضمحلال ، كما فى الشكل (١٠ / ٩) . يمر تيار الشحن فى المقاومة م فنحصل على ضغط خروج مشابه لنبضة التيار .





دائرة تفاضل ومنحنيات ضغط الدخول والخروج

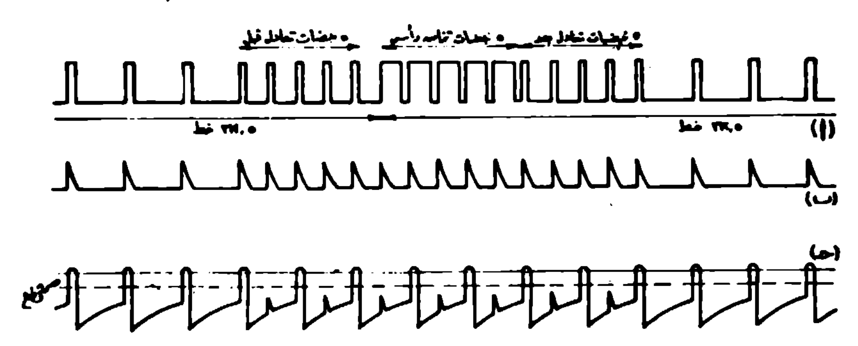
شكل (٩/١٠) : دائرة تفاضل ومنحنيات ضغط الدخول والخروج .

عند مؤخرة نبضة الدخول ، ينخفض الضغط فجأة إلى صفر ، فينتج تأثير مشابه . فى هذه اللحظة يبدأ المكثف فى التفريغ بسرعة جداً لصغر قيمة

المقاومة ، فيمر تيار تفريغ قوى . ويكون اتجاه تيار التفريغ فى عكس اتجاه تيار الشحن . وبذلك تتكون نبضة تيار تفريغ سالبة بنفس الطريقة ، نتيجة لمؤخرة نبضة ضغط الدخول ، كما هو موضح بالشكل (١٠/ ٩) . تمر نبضة تيار التفريغ السالبة فى م ، فنحصل على نبضة ضغط خروج سالبة .

١٠/ ٨ فصل نبضات التزامن الأفقية :

فى شكل (١٠ / ١٠ أ) يوجد رسم لمجموعة نبضات تزامن أفقية ، يتوسطها خمس نبضات تزامن رأسية . ويسبق نبضات التزامن الرأسى خمس نبضات تعادل ، ويلحقها كذلك خمس نبضات تعادل . وبتمرير نبضات التزامن والتعادل هذه فى دائرة تفاضل نحصل على الشكل (١٠ / ١٠ ب) .



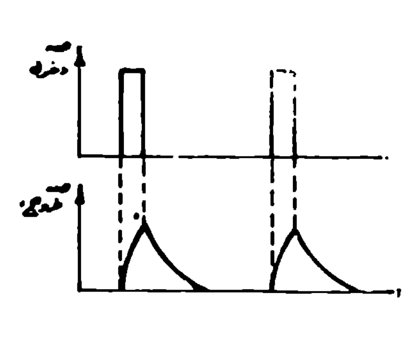
شكل (١٠ / ١٠) : (أ) مجموعة نبضات تزامن أفقية ، يتوسطها خمس نبضات تزامن رأسية قبلها خمس نبضات تعادل وبعدها خمس نبضات تعادل . (ب) الشكل الناتج بعد تمرير نبضات التزامن والتعادل هذه فى دائرة تفاضل [المبين هو الجزء الموجب فقط ، أى النبضات الموجبة] . (حـ) تزامن المذبذب المانع بواسطة إشارة التزامن المتفاضلة .

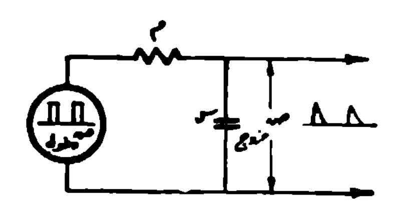
تبين لنا دراسة هذا الشكل أن بداية ونهاية كل نبضة فى الشكل (أ) تولد نبضة حادة موجبة أو سالبة كما فى (ب) [الجزء السالب المتولد من نهاية النبضة غير مرسوم بالشكل] . ودائرة التفاضل ذات ثابت الزمن الصغير لا تتأثر إلا عند حدوث تغير فى الضغط المستخدم . وعلى ذلك فخلال فترة نبضة التزامن الرأسى ، الطويلة نسبياً ، لا يتولد على المقاومة نبضة ضغط خروج حادة إلا عند بداية ونهاية نبضة التزامن فقط .

وتستخدم نبضات الخروج الحادة الموجبة أو السالبة (عادة الموجبة) لضبط مذبذب الانحراف الأفقى . ويستفاد من نبضات الخروج الحادة عند بدء وانتهاء نبضة تزامن رأسى للمحافظة على التحكم فى مذبذب الانحراف الأفقى أثناء استقبال نبضات التزامن الرأسى . يظهر من ذلك أن دائرة التفاضل تترجم جميع النبضات – بما فيها نبضات التزامن الرأسى – إلى تحكم أفقى . أى أنها تمنع تداخل نبضات التزامن الرأسى على عملية التزامن الأفقى . والآن دعنا نرى كيف يتم فصل نبضات التزامن الرأسى .

١٠/ ٩ دائرة التكامل Integrating Circuit :

دائرة التكامل هى الطريقة التى بها تُمنع نبضات التزامن الأفقى من التداخل مع التزامن الرأسى . ودائرة التكامل عبارة مقاومة ذات قيمة مرتفعة ومكثف قيمته عالية نسبياً موصلان على التوالى . والدائرة كما فى شكل (١٠/١١) ، ونأخذ ضغط الخروج من على المكثف . وعند توصيل نبضة ضغط ، يبدأ المكثف س فى الشحن حسب منحنى الشحن . ولما كانت قيمة م س كبيرة نسبياً ، وفترة النبضة صغيرة ، فإن المكثف لا يشحن كلية عند انتهاء النبضة ، بل يشحن إلى جزء من ضغط النبضة فقط ثم يبدأ فى التفريغ . وبذلك نحصل على المنحنى المرسوم فى الشكل (١٠ / ١١) .





دائرة تكامل ومنحنيات ضغط الدخول والخروج

شكل (١٠ / ١١) : دائرة تكامل ومنحنيات ضغط الدخول والخروج .

يوجد بشكل (١٠/١٢) رسم لدائرة تكامل مكونة من ثلاثة مقـــاطع م س . وهذه الدائرة أكثر فاعلية من دائرة المقطع الواحد . وعادة تستخدم هذه الدائرة فى جهاز التليفزيون على هيئة لوحة مطبوعة لها ثلاثة أطرف توصيـــل .

شكل (١٠ / ١٢) : دائرة تكامل ذات ثلاث مقاطع على لوحة مطبوعة .

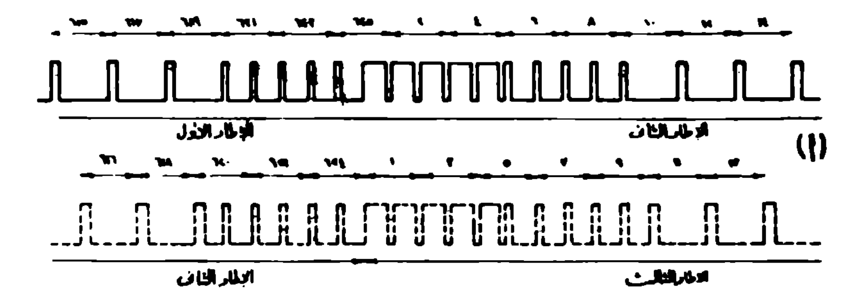
١٠ / ١٠ فصل نبضات التزامن الرأسية :

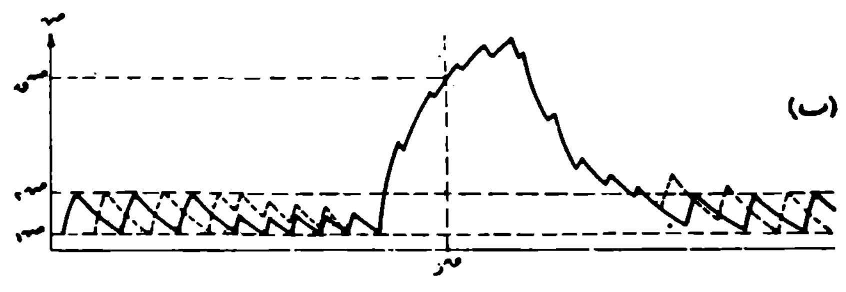
عند توصيل نبضات التزامن الأفقى والرأسى ونبضات التعادل ، بعد فصلها عن إشارة الصورة المركبة فى مرحلة فاصل التزامن ، إلى دائرة تكامل ، يحدث ما هو مبين بالشكل (١٠ / ١٣) وشرحه كما يلى :

نبضة التزامن الأفقى القصيرة جداً تشحن المكثف س إلى جزء من ضغطها يساوى $ض_2$ كما فى الشكل (١٠ / ١٣ ب) . وفى الفترة بين نبضتى تزامن أفقى متتاليتين يفرغ المكثف شحنته إلى قيمة صغيرة جداً هى $ض_1$.

يحدث نفس الشىء عندما تدخل إلى الدائرة خمس نبضات التعادل السابقة . ونحن نعرف أن عرض نبضة التعادل يساوى نصف عرض نبضة التزامن الأفقى ، وأنها تتكرر كل نصف خط . ينتج عن ذلك أن ينزل كل من وقت شحن ووقت تفريغ المكثف إلى النصف ، وعليه يصل الضغط على المكثف إلى القيمة $ض_1$ مرتين فى كل فترة خط كما هو مبين فى الشكل . وهذا هو المقصود بالضبط ، لأنه من الضرورى أن تبدأ نبضة التزامن الرأسى العريضة الأولى — التى تلى نبضات التعادل السابقة — من نفس مستوى الضغط $ض_1$.

وبدء نبضة التزامن الرأسى الأولى من المستوى ض ١ ضرورى ، سواء جاءت النبضة الرأسية هذه فى منتصف الخط أو فى آخره . وهى تبدأ عند





شكل (١٠/١٣) : بيان ما يحدث عندتوصيل نبضات التزامن الأفقى والرأسى ونبضات التعادل بعد فصلها عن إشارة الصورة المركبة فى مرحلة فاصل التزامن إلى دائرة تكامل

(أ) إشارة تزامن كاملة للاطار الفردى والإطار الزوجى فى النظام الأوربى (٦٢٥ خطاً)

(ب) إشارة التزامن المتكاملة ض للاطارات الفردية مرسومة بخطوط كاملة ، وللاطارات الزوجية مرسومة بخطوط منقطة ، قز = لحظة التزامن ، ض قطع = ضغط القطع.

منتصف خط يلى إطار فردى ، كما هو مبين فى شكل (١٠ / ١٣ ب) بالمنحنى المرسوم بالخط الكامل . أما فى حالة ما تبدأ أول نبضة تزامن رأسى عند نهاية خط ، بعد إطار زوجى ، تكون كما هو موضح بنفس الشكل بالمنحنى المرسوم بخط منقط .

عند وصول نبضة تزامن رأسى عريضة إلى دائرة التكامل ، يصل الضغط على المكثف إلى قيمة أعلى مما يصل إليه فى حالة نبضة تزامن أفقى. والسبب فى ذلك هو أن فترة بقاء نبضة التزامن الرأسى أكبر من فترة بقاء نبضة التزامن

الأفقى أو نبضة التعادل . والعكس صحيح بالنسبة للفترة بينها ، أى أن الفترة بين نبضتى تزامن رأسى أقل مما بين نبضتى تزامن أفقى أو نبضتى تعادل . ففترة بقاء نبضة تزامن أفقى تمثل فقط عشر الفترة بين نبضتين متتاليتين ، وبالمثل نبضة التعادل . والعكس فى حالة نبضة التزامن الرأسى ، إذ أن فترة بقاء نبضة تزامن رأسى أكبر من الفترة التى تفصل بين نبضتى تزامن رأسى متتاليتين . نتيجة لذلك نجد أن المنحنى عند نبضات التزامن الرأسى يرتفع بميل كبير مدرج إلى أعلى ، متعدياً المستوى ض$_{٢}$ بكثير ، كما هو مبين بالشكل (١٠ / ١٣ ب) .

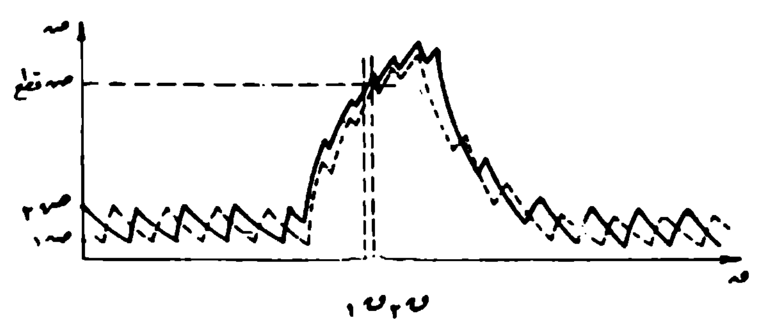
هذا الميل المرتفع لمنحنى الضغط على المكثف عند نبضات التزامن الرأسى يستخدم فى ضبط تزامن مذبذب الانحراف الرأسى . وعادة تصمم دائرة المذبذب الرأسى بحيث يقع ضغط القطع ض$_{\text{قطع}}$ خلال نبضة التزامن الرأسى الثالثة ، أثناء فترة شحن المكثف . ووقت تزامن المذبذب موضح على المنحنى بالرمز ںز .

١٠ / ١١ فائدة نبضات التعادل :

من أهم الشروط الواجب توافرها لضبط المسافة بين الخطوط الفردية والزوجية ، هو أن وقت تزامن المذبذب ق$_{ز}$ يجب أن يحدث عند نفس النقطة من إشارة التزامن ، بصرف النظر عما إذا كان الذى تم رسمه هو الإطار الفردى أو الزوجى . ولبيان ذلك رسمنا شكل (١٠ / ١٤) فى حالة عدم وجود نبضات تعادل .

بمقارنة شكل (١٠ / ١٣) وشكل (١٠ / ١٤) نتبين على الفور أهمية وجود نبضات التعادل . ففى شكل (١٠ / ١٤) حيث لا يوجد نبضات تعادل نلاحظ الآتى : منحنى الخروج المدرج المرتفع بميل إلى أعلى عند نبضات التزامن الرأسى ، نجده فى حالة الإطار الفردى أعلى منه فى حالة الإطار الزوجى المرسوم منقط . وعلى ذلك يبدأ التزامن الرأسى بعد الإطار

الفردى فى وقت مبكر ق١ ، بينما يبدأ التزامن الرأسى بعد الإطار الزوجى. فى وقت متأخر ق٢ . ينتج عن ذلك اختلال فى المسافات بين خطوط رسم الإطارات الفردية والزوجية مما يؤدى إلى احتمال انطباق الخطوط الفردية على الخطوط الزوجية . وهذا يبين أهمية نبضات التعادل السابقة .



شكل (١٠/١٤): فى حالة عدم وجود نبضات تعادل ، تختلف لحظة التزامن للاطارات الفردية عنها للاطارات الزوجية ، مما ينتج عنه ازدواج فى الخطوط . ق١ = لحظة تزامن الإطارات الفردية ، ق٢ = لحظة تزامن الإطارات الزوجية .

نفس الشيء يحدث فى حالة عدم وجود نبضات التعادل اللاحقة . إذ أن منحنى الخروج المدرج المنخفض يميل إلى أسفل ، لا ينطبق فى حالة الإطار الفردى عليه فى حالة الإطار الزوجى المرسوم بالمنقط . وهذا يؤثر كذلك على مذبذب الانحراف الرأسى ، مما يؤدى إلى احتمال انطباق الخطوط الفردية على الخطوط الزوجية .

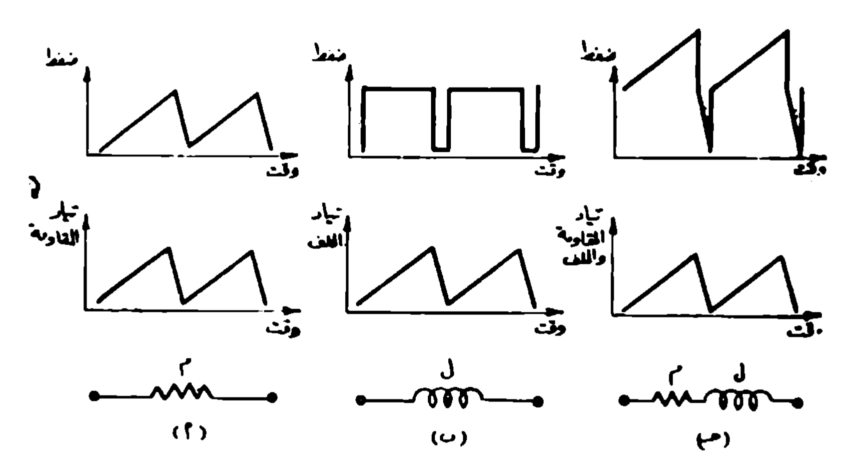
١٠/ ١٢ ضغط وتيار الانحراف :

فى حالة الانحراف الكهرومغناطيسى لشعاع الكهارب فى الشاشة ، نحتاج إلى مجال مغناطيسى . ويتولد هذا المجال المطلوب نتيجة لتمرير تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف الموضوعة حول عنق أنبوبة الشاشة . ولكى يمر تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف ، يجب أن نوصل إليها فى العادة ضغطاً له شكل موجى معين .

يمكن استخلاص الشكل الموجى للضغط الواصل إلى ملفات الانحراف ،

إذا حللنا مركّبات الملفات وعملها عندما تتعرض لضغوط ذات أشكال مختلفة . فكل ملف يحتوى على محاثة زائد مقاومة . وفيما يختص بالمقاومة ، نجد أن ضغط أسنان المنشار يولد بها تيار أسنان المنشار . أما فيما يختص بالمحاثة الصرفة ، فإن تيار أسنان المنشار يتولد بها نتيجة لتوصيل ضغط إليها له الشكل الموجى المربع المبين بشكل (١٠ / ١٥ ب) . فى حالة محاثة زائد مقاومة ، يمكن تجميع الأشكال الموجيّة للضغط أ و ب ، فنحصل على شكل (١٠/١٥ح) ؛

ولما كان لملف الانحراف دائماً مقاومة بالإضافة إلى محاثته ، فإن الضغط شكل (١٠ / ١٥ ح) هو الذى يولد به تيار أسنان المنشار اللازم لتحريك شعاع الكهارب على الشاشة بطريقة سليمة . ويجب ملاحظة أننا لا نحصل على الشكل الموجى للضغط (ح) بمجرد تجميع الضغطين (أ) و (ب) بنفس المقياس. لأنه إذا كانت دائرة الانحراف تحتوى على محاثة أكثر من احتوائها على مقاومة، تكون الموجة الناتجة أقرب شكلا إلى (ب) . ومن جهة أخرى ، إذا كانت المقاومة هى السائدة فى الدائرة ، عندئذ يصير الشكل الموجى الناتج أقرب إلى شكل الضغط (أ) . من ذلك نرى أن شكل ضغط الانحراف يتغير حسب مكونات دائرة الانحراف .

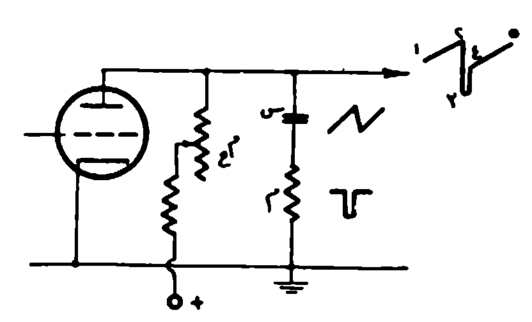


شكل (١٠/ ١٥) : نحصل على تيار أسنان المنشار الموضح بالمنتصف إذا وصلنا الشكل الموجى للضغط بأعلى الرسم إلى المقاومات والملفات المبينة بأسفله

يمكن الحصول على ضغط الإنحراف المطلوب من خروج مكثف شحن موصل معه مقاومة على التوالى ، كما فى الشكل (١٠/١٦) . ففى هذه الدائرة ، يشحن المكثف س بواسطة التيار الواصل من مصدر الضغط الموجب والمار فى مقاومة الحمل م ح . يرتفع الضغط خلال تلك الفترة من النقطة (١) إلى (٢) . وعند وصول « نبضة بدء Trigger Pulse » إلى شبكة الصمام ، يسرى تيار لوح كبير ، فينخفض ضغط اللوح إلى جهد المهبط تقريباً (٣) . فيفرغ المكثف س أثناء ذلك . ويكون وقت التوصيل قصير ، بدرجة لا تسمح للمكثف س بالتفريغ كلية قبل أن يصل الصمام مرة ثانية إلى حالة القطع . وعندئذ يرتفع ضغط اللوح فجأة من جهد المهبط إلى مستوى الضغط الذى ما زال موجوداً على المكثف س (النقطة ٤) . ثم يرتفع ضغط اللوح ببطء بعد ذلك ، فى خط مستقيم تقريباً ، من النقطة (٤) إلى (٥) حتى تصل النبضة التالية ، وهلم جرا . وعملت مقاومة الحمل م ح متغيرة لتسمح بضبط ضغط الخروج ، حتى يمكن التحكم فى حجم الصورة .

١٠ / ١٣ مولد ومكبر الانحراف :

يمكن توليد الانحراف الأفقى أو الرأسى بتوصيل نبضات التزامن المتكاملة أو المتفاضلة مباشرة إلى شبكة صمام بحيث تجعل هذه النبضات الصمام يوصل أو يقطع لفترات صغيرة ، فيتولد بدائرة لوح الصمام ضغط الانحراف بطريقة مماثلة للموجود بالشكل (١٠ ١٦) . وعيب هذه الطريقة أن شعاع الكهارب لا يتحرك على الشاشة كما يجب إلا فى حالة تنغيم الجهاز على محطة قوية خالية من التداخلات .



شكل (١٠ / ١٦): طريقة شائعة لتوليد ضغط الانحراف الذى يسلط على ملفات الانحراف فيولد بها تيار أسنان المنشار المطلوب .

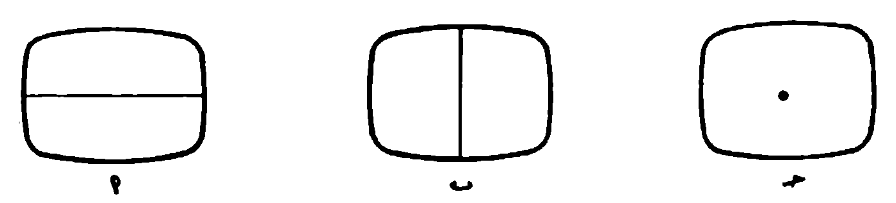
أما فى حالة عدم استقبال إشارات ، فلا توجد نبضات تزامن ، وعليه لا تعمل مولدات الانحراف . ينتج عن ذلك أن يظل شعاع الكهارب فى نقطة واحدة فى منتصف الشاشة . وهذا يؤدى إلى سرعة احتراق الشاشة من المنتصف ، بالإضافة إلى التسبب فى تلف مولدات الانحراف . وحتى عند استقبال إشارة ضعيفة تعانى من الشوشرة ، تفشل كذلك مولدات الانحراف من العمل بطريقة سليمة ، وقد يتعرض الجهاز لنفس المتاعب .

لهذه الأسباب تستخدم فى كل مكان مولدات انحراف لها « تذبذب ذاتى Self-Oscillating » وهى تولد تيار أسنان المنشار بصرف النظر عما إذا وجدت إشارة تليفزيونية أم لا . وبهذا نضمن انحراف شعاع الكهارب على كل الشاشة فى جميع الأحوال . وفى هذه الحالة لا تكون مهمة نبضات التزامن هى توليد التذبذب ، بل فقط المحافظة الدقيقة جداً على تزامن المولدات ، التى تتذبذب من تلقاء نفسها بتردد صحيح تقريباً . وهذا له أهمية بالغة . ومولدات الانحراف تستخدم المذبذب المانع والمذبذب المتعدد (السابق شرحهما فى الباب الخامس) لتوليد التذبذب المطلوب .

إذا توقف مولد الانحراف الرأسى عن العمل ، بينما مولد الانحراف الأفقى يعمل ، يظهر فقط على الشاشة خط أفقى مضىء فى المنتصف . أما إذا توقف عمل مولد الانحراف الأفقى ، بينما يعمل مولد الانحراف الرأسى ، يظهر فقط على الشاشة خط رأسى مضىء فى المنتصف . وفى حالة توقف عمل كل من مولدى الانحراف الرأسى والأفقى ، فلا يظهر على الشاشة غير نقطة مضيئة فى المنتصف . وفى أى من الحالات ، يجب إطفاء الجهاز فوراً لاصلاحه . انظر شكل (١٠ / ١٧) .

« مولد الانحراف Deflection Generator » يطلق عليه كذلك اسم « مولد اكتساح Sweep Generator » أو « مولد أسنان المنشار Saw-Tooth Generator » .

ضغط الانحراف الخارج من مولد الانحراف لا يكفى ويحتاج إلى تكبير . لذلك يستخدم ضغط الانحراف لتغذية مكبر الانحراف الذى يعطى القدرة الكافيـــة اللازمة للانحراف. ومكبر الانحراف سواء الرأسى أو



شكل (١٠ /١٧) منظر الشاشة فى حالة : (أ) تعطيل مولد الانحراف الرأسى
(ب) تعطيل مولد الانحراف الأفقى (ج) تعطيل مولد الانحراف الرأسى والأفقى

الأفقى يتكون عادة من مرحلة تكبير مفردة ، تولد تيار أسنان المنشار اللازم لملفات الانحراف فى دائرة لوح الصمام . لا يوصل تيار أسنان المنشار من دائرة اللوح إلى ملفات الانحراف مباشرة ، ولكن عن طريق محول خروج .

محول الخروج فى دائرة الانحراف الرأسى يسمى « محول الخروج الرأسى » ؛ أو « محول خروج الإطار Frame Output Transformer » ومحول الخروج فى دائرة الانحراف الأفقى يسمى « محول الخروج الأفقى » أو « محول خروج الخط Line Output Transformer » .

١٠ / ١٤ محول الخروج الرأسى :

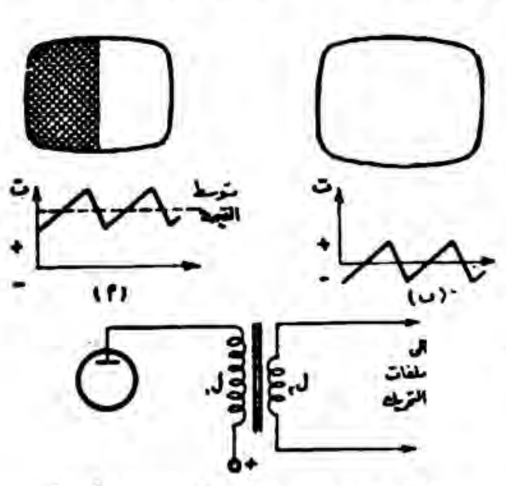
تيار أسنان المنشار المتولد فى دائرة لوح مكبر الانحراف الرأسى يكون له اتجاه واحد . أما تيار أسنان المنشار اللازم لتحريك شعاع الكهارب فيجب أن يكون متشابهاً فى الاتجاهين حول المحور الصفرى . ويستخدم المحول لتحويل التيار الموحد الاتجاه فى دائرة اللوح إلى تيار متشابه الاتجاه فى دائرة ملفات الانحراف . إذ نعرف أن المحول مبنى على قاعدة الحث ، وهو ينقل فقط التغيرات فى التيار من الملف الابتدائى إلى الملف الثانوى ، ولكنه لا ينقل متوسط قيمة التيار المستمر التى تتحرك حولها التغيرات .

وشكل (١٠/١٨) يبين محول خروج رأسى . ويلاحظ أن التيار الموحد الاتجاه المار فى الملف الابتدائى للمحول يحرك شعاع الكهارب على منتصف الشاشة فقط . أما التيار المتشابه الاتجاه المار فى الملف الثانوى للمحول فيحرك شعاع الكهارب على جميع الشاشة .

بالإضافة إلى ذلك ، نجد أن عدد لفات الملف الابتدائى كبيرة ، بينما عدد لفات الملف الثانوى أقل . وعلى ذلك يمر فى ملفات الانحراف تيار أكبر مما يمر فى دائرة لوح مكبر الانحراف الرأسى . وكلما زاد تيار ملفات الانحراف كلما قل عدد لفاتها ، وهذا يساعد على عمل ملفات انحراف أحسن وأرخص .

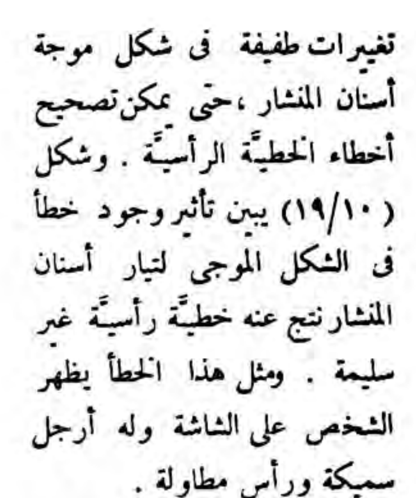
هذا زيادة على أن ضغط أسنان المنشار الواصل إلى ملفات الانحراف يكون أقل من الضغط العالى فى دائرة لوح صمام الخروج ؛ نتيجة لوجود المحول . وذلك يكون عاملا فعّالا فى النزول بقمم الضغط إلى قيمة منخفضة غير خطرة .

وقد يؤخذ على المحول أنه ينقل تيار أسنان المنشار من دائرة الابتدائى إلى دائرة الثانوى ، دون تقيد كاف بالشكل الموجى الأصلى . ينتج عن ذلك أن الشكل الموجى لتيار أسنان المنشار فى دائرة الثانوى لا يماثل تماماً الشكل الموجى له فى دائرة الابتدائى. ويمكن تصحيح هذا الخطأ بواسطة ما يسمى « ضبط الخطيّة الرأسيّة Vertical Linearity Control » فى دائرة مكبر الخروج الرأسى . وذلك بأن تسمح بعمل

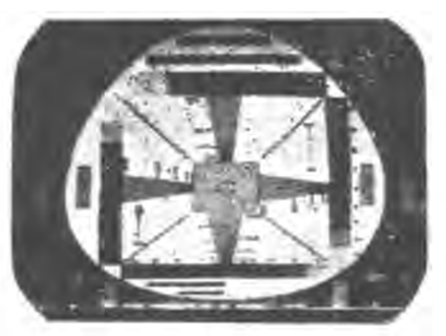


شكل (١٠ / ١٨) : محول خروج رأسى

(أ) التيار الموحد الاتجاه المار فى الملف الابتدائى يحرك شعاع الكهارب على منتصف الشاشة فقط .
(ب) التيار المتشابه الاتجاه المار فى الملف الثانوى يحرك شعاع الكهارب على كل الشاشة .



تغيرات طفيفة في شكل موجة أسنان المنشار ، حتى يمكن تصحيح أخطاء الخطية الرأسية . وشكل (١٠/١٩) يبين تأثير وجود خطأ في الشكل الموجي لتيار أسنان المنشار نتج عنه خطية رأسية غير سليمة . ومثل هذا الخطأ يظهر الشخص على الشاشة وله أرجل سميكة ورأس مطاولة .



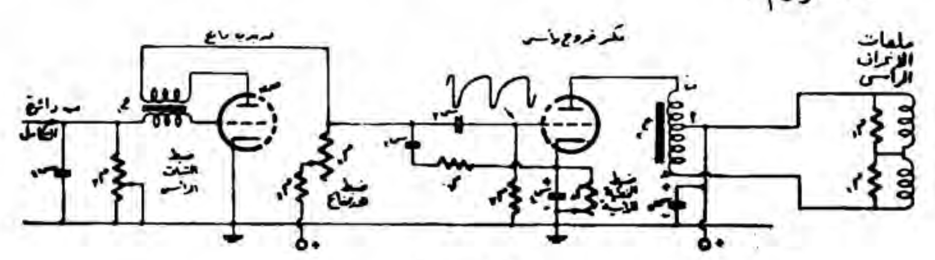
شكل (١٠/١٩) : وجود خطأ في الشكل الموجي لتيار أسنان المنشار ينتج عنه خطية رأسية غير سليمة .

١٠ / ١٥ دائرة مولد ومكبر انحراف رأسي تستخدم مذبذب مانع :

شكل (١٠/٢٠) به رسم لدائرة مولد ومكبر انحراف رأسي تستخدم مذبذب مانع . والمذبذب ومكبر الخروج يستخدمان صماماً واحداً مشترك من نوع الثلاثي المزدوج . وقسم الصمام الذي يستعمل مكبر خروج رأسي له توصيل مشـــترك و « تبريد لوح Plate dissipation » أكبر مما للقسم الآخر المستعمل كمذبذب . وهذا يمكنه من تحمل وإعطاء قدرات أكبر ، مما يسمح بتصميم قسم انحراف رأسي بصمام واحد .

تخرج إشارات التزامن الموجبة من مكبر التزامن ، ثم تمر في دائرة تكامل . توصل بعد ذلك إشارات التزامن إلى شبكة الصمام ص١ . ودائرة ص١ عبارة عن مذبذب مانع ، به المحول ح١ يقوم بعملية التغذية الخلفية من اللواح للشبكة . م٢ عبارة عن مجزئ ضغط في دائرة الشبكة يسمى « ضبط الثبات الرأسي Vertical Hold Control » . ويمكن بواسطتها تغيير تردد تشغيل المذبذب . والتردد الحر للمذبذب يكون أقل قليلا من تردد نبضات التزامن الرأسي وهي ٥٠ ذ/ث ، بمقدار يسمح لضغط التزامن بضبط تشغيل المذبذب عند تردد التزامن . وعدم ضبط الثبات الرأسي يجعل الصورة تتحرك

(تلف) فى اتجاه رأسى ، كما فى شكل (١٠/٢١) . وضبط الثبات الرأسى موصل بمفتاح خارج جهاز التليفزيون ، ليتمكن المشاهد من ضبط الجهاز عند اللزوم .



شكل (١٠ / ٢٠) : دائرة مولد ومكبر انحراف رأسى تستخدم مذبذب مانع .

يوجد فى الشكل (١٠ / ٢٠) مجزئ ضغط آخر م، فى دائرة لوح الصمام ص، ، يتحكم فى اتساع ضغط أسنان المنشار المتولد على المكثف س، ، ويسمى « ضبط الارتفاع Height Control » . وأى تغير فى اتساع هذا الضغط ، ينتج عنه تغيير فى زاوية انحراف شعاع الكهارب ، يظهر على الشاشة كصورة مضغوطة (مبططة) أو مطاولة فى الاتجاه الرأسى . انظر شكل (١٠ / ٢٢) .

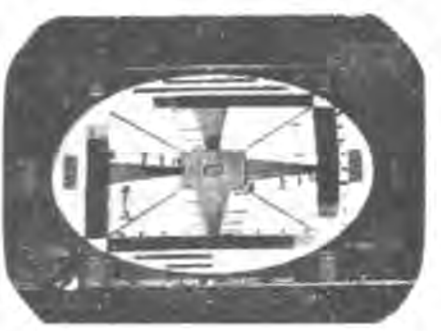


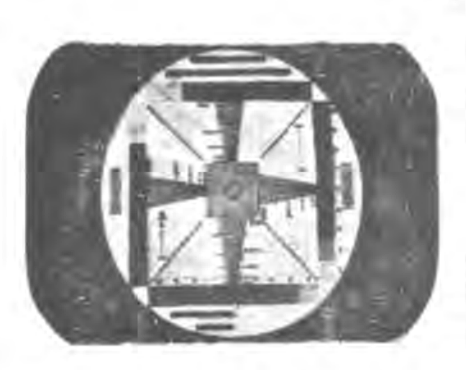
شكل (١٠/٢١) : عدم ضبط الثبات الرأسى يجعل الصورة تتحرك (تلف) فى اتجاه رأسى .

يوضع « ضبط الارتفاع » عادة خلف جهاز التليفزيون ، لأنه لا يحتاج لضبط فى الحالة الطبيعية بعد ضبطه لأول مرة . ولا نحتاج إلى ضبط إلا فى حالة حدوث تغيير كبير فى ضغط المنبع ، أو فى حالة الإرسال الدولى للبرامج إذا كانت المحطة المستقبلة لا تحافظ تماماً على نسبة الصورة (٤ إلى ٣) . يلاحظ أن توصيل أسفل م، إلى س، ، وهو مكثف تمرير ذو سعة كبيرة فى دائرة مهبط ص، ، يعطى نفس التأثير الكهربى كما لو كانت م، موصلة مباشرة بالأرض .

يدخل الشكل الموجى للضغط المرسوم على شبكة الصمام ص$_{٣}$ شكل (١٠/٢٠) ، فيكبره الصمام ويوصله إلى محول الخروج الرأسى ح$_{٣}$ الموجود بدائرة لوحة . ح$_{٣}$ عبارة عن « محول ذاتى Auto-Transformer » . وتوصل ملفات التحريك على جزء من المحول الذى يمدها بتيار أسنان المنشار اللازم للانحراف . ويوصل الضغط الموجب للوح الصمام ص$_{٣}$ عن طريق نقطة أعلى محول الخروج . وجزء محول الخروج بين النقطتين أ و ب يمثل حمل اللوح . أما الجزء الأسفل لمحول الخروج بين النقطتين أ و حـ فيمثل خروج المحول المتصل بملفات الانحراف .

مجزىء الضغط م$_{٨}$ موضوع فى دائرة مهبط الصمام ص$_{٣}$ شكل (١٠,٢٠) ، وعمله هو ضبط الخطيَّة الرأسيَّة.فبتغيير مقاومة دائرة المهبط ، يمكن تحريك نقطة تشغيل الصمام إلى جزء آخر من المنحنى المميز له انحناء مخالف . وبهذه الطريقة يمكن الاستفادة من عدم استقامة المنحنى المميز للصمام ص$_{٣}$ ، لمعادلة أى عدم استقامة قد تظهر فى موجة أسنان المنشار . يساعد على ذلك أن انحناء المنحنى المميز للصمام يكون فى عكس اتجاه الانحناء الذى يظهر فى موجة أسنان المنشار يظهر تأثير عدم ضبط الخطية الرأسية على الشاشة كما هو مبين فى الشكل (١٠ / ١٩) .





(أ) (ب)

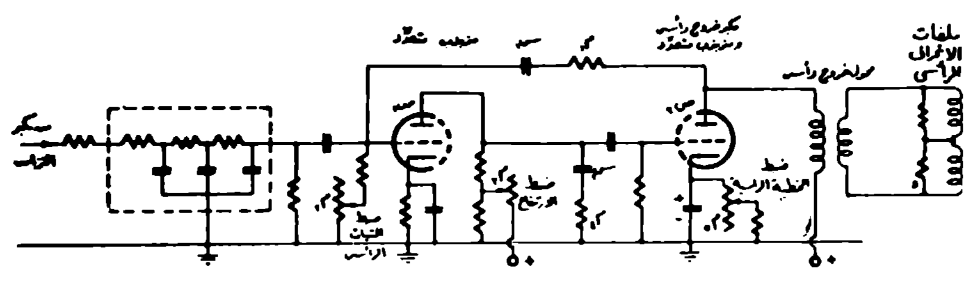
شكل (١٠ / ٢٢) : أى تغيير فى ضغط الانحراف الرأسى يغير من زاوية انحراف شعاع الكهارب فيظهر على الشاشة (أ) صورة مضغوطة (مبططة) أو (ب) صورة مطاولة فى الاتجاه الرأسى .

١٠ / ١٦ دائرة مولد ومكبر انحراف رأسي تستخدم مذبذب متعدد :

شكل (١٠/٢٣) به رسم لدائرة مولد ومكبر انحراف رأسي تستخدم مذبذب متعدد . والدائرة تستخدم صمامين ثلاثيين ص$_1$ و ص$_2$ ، مع أن المفروض أنها تستخدم ثلاثة صمامات ، اثنين منهما للمذبذب المتعدد ، والثالث لمكبر الخروج . ولكن فى الدائرة شكل (١٠ / ٢٣) استخدم الصمام ص$_2$ مكبر خروج ، وفى نفس الوقت يكمل دائرة المذبذب المتعدد مع ص$_1$.

وبفحص الدائرة ، نلاحظ وجود تغذية خلفية من لوح الصمام ص$_2$ إلى شبكة الصمام ص$_1$ ، عن طريق م$_1$ و س$_1$. وبالتغذية الخلفية للطاقة التى تصل بنفس الوجه إلى شبكة ص$_1$ ، تتم عملية تذبذب مولد الانحراف الرأسى . وفى نفس الوقت نجد أن دائرة لوح ص$_2$ تغذى تيار أسنان المنشار إلى ملفات الانحراف الرأسى ، عن طريق محول الخروج الرأسى . ص$_1$ و ص$_2$ عبارة عن صمام ثلاثى مزدوج ، وهذا يجعل تلك الدائرة اقتصادية ، مما يساعد على انتشار استخدامها .

بقية الدائرة تشابه ما سبق شرحه . فمجزئ الضغط م$_2$ ، الموجود بدائرة شبكة الصمام ص$_1$ ، يستخدم لضبط الثبات الرأسى . ومجزئ الضغط الثانى م$_3$ ، الموجود بدائرة لوح ص$_1$ ، يغير مقدار الضغط الواصل إلى المكثف س$_2$ والمقاومة م$_4$ ، وعلى ذلك يستخدم لضبط الارتفاع .



شكل (١٠ / ٢٣) : دائرة مولد ومكبر انحراف رأسى تستخدم مذبذب متعدد .

يغذى ضغط الانحراف المتولد على $س_٢$ و $م_٤$ إلى شبكة صمام الخروج $ص_٢$ ، فيكبر ويظهر بدائرة لوح $ص_٢$. بعد ذلك يغذى تيار الانحراف الموجود بدائرة لوح $ص_٢$، عن طريق محول الخروج الرأسى ، إلى ملفات الانحراف الرأسى . وجزء من إشارة لوح $ص_٢$ يغذى خلفياً ، عن طريق $م_١$ و $س_١$ ، إلى شبكة $ص_١$ للمحافظة على تذبذب المذبذب المتعدد .

مجزئ الضغط $م_٥$ ، الموجود بدائرة مهبط $ص_٢$ ، يستخدم لضبط الخطية الرأسية . وبالرغم من حقيقة أن $ص_٢$ يستخدم كنصف ثان للمذبذب المتعدد، إلا أن عمل ضبط الخطيَّة الرأسيَّة يتم بالضبط بنفس الطريقة السابق شرحها . يمكن ضبط الخطيَّة الرأسيَّة فى بعض دوائر أخرى بتغيير ضغط انحياز الشبكة الحاكمة لصمام الخروج مباشرة .

وليس من الضرورى أن يكون $ص_١$ و $ص_٢$ صمامين ثلاثيين . إذ توجد دوائر بها $ص_١$ صمام ثلاثى ، بينما $ص_٢$ « صمام قدرة اتجاهية Beam-power tube » رباعى . وقد شرحنا هنا دائرتين شائعتى الاستعمال ، ولكنه توجد دوائر أخرى . وسواء استخدمنا فى الدائرة مذبذب مانع أو مذبذب متعدد ، فإن عملها الأساسى لا يتغير .

١٠ / ١٧ الكبت Damping :

محاثة ملفات الانحراف الرأسى مع السعة الشاردة والسعة الموزعة ، الموجودة بين لفاتها والتى لا يمكن تلافيها ، تكوّن دائرة رنين . والارتداد السريع لتيار أسنان المنشار كل $\frac{1}{60}$ ثانية يخلق تذبذبات ، قد يكون أحدها قريب من تردد الرنين لدائرة ملفات التحريك الرأسى ، مما ينتج عنه تذبذب هذه الدائرة . ويكون تأثير ذلك على الشكل الموجى لتيار أسنان المنشار كما هو موضح بشكل(١٠ / ٢٤) . ويظهر تأثير ذلك على الشاشة فى هيئة خطوط مزيفة بأعلى الصورة .

ويمكن إخماد هذه التذبذبات بتوصيل مقاومات ، قيمتها صغيرة نسبياً ، على التوازى مع ملفات التحريك الرأسى . انظر م$_1$ و م$_2$ شكل (١٠ / ٢٠) ويطلق على هذه المقاومات اسم « مقاومات الكبت Damping Resistors » .



أ) تيار أسنان منشار لملفات التحريك (مع الكبت)

ب) تيار أسنان منشار مع تأثير التذبذب (بدون كبت)

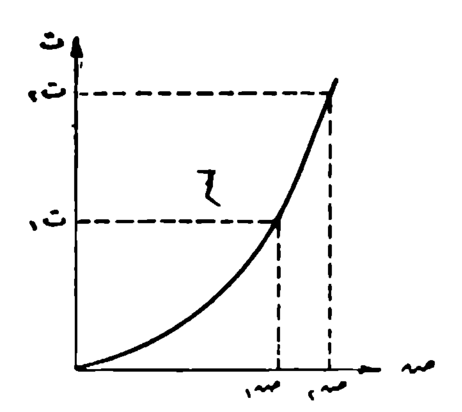
شكل (١٠ / ٢٤) : رسم يبين الشكل الموجى لتيار أسنان المنشار بملفات التحريك فى حالة استخدام الكبت وبدون كبت .

توصيل مقاومات الكبت على التوازى مع ملفات الانحراف يجعل جزء من تيار أسنان المنشار يمر بها . هذا الجزء من التيار يفقد فى مقاومة الكبت ويتبدد ولا يستفاد منه فى تحريك شعاع الكهارب بالشاشة ، إذ لا يستفاد إلا من التيار المار فى ملفات التحريك . وبتوصيل مكثف له قيمة مناسبة على التوالى مع مقاومة الكبت ، يمكن منع تيار أسنان المنشار من المرور فى مقاومة الكبت . وبهذا يستفاد من كل تيار أسنان المنشار فى ملفات التحريك ، بينما يمر التردد العالى للتذبذب فى المكثف ومقاومة الكبت فيكبت ويتخلص منه ؛

فى بعض أجهزة التليفزيون تكون مقاومة الكبت من نوع يختلف عن المقاومة العادية ، إذ أن مقاومتها ليست ثابتة ، بل تعتمد على الضغط المسلط عليها . ولذلك تسمى « مقاومة تعتمد على الضغط » واختصارها « م د ض VDR » (Voltage dependent Resistor) . ويطلق عليها كذلك اسم « فاريستور Varistor » .

عندما يزيد الضغط على م د ض يرتفع التيار سريعاً وتقل المقاومة . والمنحنى المميز للفاريستور مبين بشكل (١٠/٢٥) . ونرى من هذا المنحنى أنه إذا زاد الضغط على م د ض من ض$_1$ إلى ض$_2$ ، يزيد التيار المار

بها من $ت_١$ إلى $ت_٢$. وظاهر أن المقـاومة تنقص كلما زاد الضغط ، إذ أن $\frac{ض_٢}{ت_٢}$ أقل من $\frac{ض_١}{ت_١}$.



شكل (١٠ / ٢٥): المنحنى المميز للفاريستور (م د ض) وظاهر أن المقاومة تقل كلما زاد الضغط .

أثناء الارتداد السريع لموجة الانحراف الرأسى ، يمر تيار سريع التغير فى ملفات الانحراف ، فيتولد ضغط كبير على الملف الابتدائى لمحول الخروج الرأسى . وبتوصيل م د ض على التوازى مع الملف الابتدائى للمحول ، تقوم م د ض بعملية الكبت لأن مقاومتها تكون صغيرة بسبب الضغط الكبير المتولد .

هذا فى حالة الانحراف الرأسى . أما فى حالة الانحراف الأفقى فيستخدم صمام ثنائى لاخماد التذبذبات ، بدلا من المقاومة أو المقاومة والمكثف ، وسنشرح ذلك فيما بعد فى الباب التالى (باب ١١) .

ملخص (١٠)

١ ـ إشارة الصورة المركّبة تحتوى على نبضات تزامن أفقى ونبضات تزامن رأسى . ويتم فصل نبضات التّزامن الأفقى والرأسى عن إشارة الصورة على أساس الاتساع ، ثم بعد ذلك تفصل نبضات التّزامن الأفقى عن الرأسى على أساس الشكل الموجى .

٢ ـ عملية فصل التّزامن يطلق عليها اسم « الاقتضاب » لأن إشارة الصورة المركبة تقتضب إلى قمة نبضة التّزامن فقط . ويمكن استخدام صمام ثنائى أو صمام ثلاثى فى دائرة فصل التّزامن . كما أن بعض الدوائر

تستخدم صماماً خماسياً لفصل وتكبير التزامن . وتقوم بعض الدوائر بجانب فصل وتكبير التزامن بتضييع الشوشرة .

٣ – يمكن تركيب م س لتكوّن ما يسمى بدائرتى تفاضل وتكامل لفصل نبضات التزامن الأفقية والرأسية على الترتيب .

٤ – من أهم الشروط الواجب توافرها لضبط المسافة بين الخطوط الفردية والزوجية ، هو أن وقت تزامن المذبذب يجب أن يحدث عند نفس النقطة من إشارة التزامن ، بصرف النظر عما إذا كان الذى تم رسمه هو الإطار الفردى أو الزوجى .

٥ – المجال المغناطيسى اللازم لتحريك شعاع الكهارب فى الشاشة يتولد نتيجة لتمرير تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف الموضوعة حول عنق أنبوبة الشاشة .

٦ – تولد تيار أسنان المنشار مولدات انحراف لها تذبذب ذاتى : وتستخدم مولدات الانحراف المذبذب المانع والمذبذب المتعدد لتوليد التذبذب .
وتكون مهمة نبضات التزامن هى فقط المحافظة الدقيقة جداً على تزامن المولدات .

٧ – محول الخروج الرأسى يقوم بالآتى :
(ا) يجعل تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف متشابه .
(ب) يجعل تيار الانحراف كبير .
(حـ) يجعل ضغط الانحراف صغير .

٨ – محاثة ملفات الانحراف الرأسى تكوّن دائرة رنين مع السعة الشاردة والسعة الموزعة . وقد يحدث تذبذب غير مرغوب فيه لهذه الدائرة .
ويمكن كبت هذا التذبذب بتوصيل مقاومة صغيرة القيمة على التوازى مع ملفات الانحراف الرأسى . ويطلق على هذه المقاومة اسم « مقاومة الكبت » .

٩ – الفاريستور عبارة عن مقاومة تعتمد قيمتها على الضغط ، وتستخدم كمقاومة كبت .

أسئلة (١٠)

١ – ما هو عمل نبضات التزامن ؟

٢ – هل تصل نبضات التزامن الأفقى والرأسى إلى الشبكة الحاكمة لأنبوبة الشاشة ؟ اشرح .

٣ – إذا حدث خلل فى نبضات التزامن الرأسى بالجهاز ، فما نتيجة ذلك على الصورة ؟

٤ – بين مسار كل من نبضات التزامن الرأسى والأفقى فى جهاز التليفزيون .

٥ – ما هو الأساس الذى ينبنى عليه فصل كل من نبضات التزامن الرأسى والأفقى عن إشارة الصورة ؟

٦ – ما هو الأساس الذى ينبنى عليه فصل نبضات التزامن الرأسى عن نبضات التزامن الأفقى ؟

٧ – اشرح طريقة عمل دائرة تفاضل .

٨ – أين نجد دوائر التفاضل فى جهاز التليفزيون ؟ وما الغرض من استخدامها ؟

٩ – ماذا تعنى مرحلة الاقتضاب ؟

١٠ – ارسم دائرة اقتضاب تستخدم صماماً ثنائياً ، واشرح طريقة عملها .

١١ – لماذا يفضل استخدام الصمام الثلاثى أو الصمام الخماسى عن استخدام الصمام الثنائى فى دائرة فصل التزامن ؟

١٢ – ارسم دائرة فاصل تزامن تستخدم صماماً ثلاثياً ، واشرح طريقة عملها.

١٣ – لماذا نستخدم فى دائرة فاصل التزامن مقاومة ومكثف لتولد انحياز شبكة سالب ولا نستخدم بطارية لهذا الغرض ؟

١٤ – ارسم دائرة فاصل ومكبر تزامن ، واشرح طريقة عملها .

١٥ – ما تأثير نبضات الشوشرة على التزامن ؟ ارسم دائرة فاصل تزامن ومضيِّع شوشرة ، واشرح طريقة عملها .

١٦ – ارسم دائرة تكامل ، واشرح طريقة عملها مع ذكر الغرض من استخدامها .

١٧ – ما أهم الشروط الواجب توافرها لضبط المسافة بين الخطوط الفردية والزوجية لرسم الصورة ؟

١٨ – ما الغرض من استخدام نبضات التعادل ؟ اشرح مبيناً بالرسم .

١٩ – للتحكم جيداً فى مذبذب الانحراف ، هل يكون تردد نبضات التزامن أعلى أو أقل من تردد المذبذب ؟ ولماذا ؟

٢٠ – كيف يتولد المجال المغناطيسى اللازم لتحريك شعاع الكهارب فى الشاشة ؟

٢١ – لماذا يستخدم محول الخروج الرأسى فى جهاز التليفزيون ؟

٢٢ – ارسم دائرة مولد ومكبر انحراف رأسى تستخدم مذبذباً مانعاً ، واشرح طريقة عملها .

٢٣ – ارسم دائرة مولد ومكبر انحراف رأسى تستخدم مذبذباً متعدداً ، واشرح طريقة عملها .

٢٤ – لماذا ينتج تذبذب غير مرغوب فيه فى دائرة ملفات الانحراف الرأسى ؟ وما وسيلة معالجة ذلك ؟

٢٥ – قل ما تعرفه عن الفاريستور ، وفيما يستخدم ؟

الباب ١١

الانحراف الأفقى والضغط العالى

١١ / ١ ضابط التردد الأوتوماتيكى (ض ى أ AFC)

« Automatic Frequency Control »

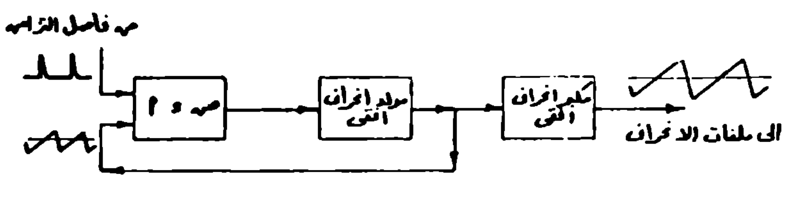
يمكن لنبضات التزامن أن تتحكم فى تشغيل مولد الانحراف ، إذا لم توجد شوشرة . ولكن نبضات الشوشرة التى لها نفس إتساع نبضات التزامن تقريباً، يمكن أن تحل بالخطأ محل نبضات التزامن ، مما ينتج عنه إخلال بالتزامن . ولتفادى هذا نستخدم فى دائرة الانحراف ما يسمى « ضابط التردد الأوتوماتيكى » ورمزه (ض ى أ) .

ض ى أ يمكن استخدامه فى كل من دائرتى الانحراف الأفقى والانحراف الرأسى ، ولكنه لا يستخدم إلا فى دائرة الانحراف الأفقى فقط . ومن أسباب عدم استخدامه فى دائرة الانحراف الرأسى ، هو أن دائرة التزامن الرأسى أقل تعرضاً لتداخل الشوشرة ، لأن مكثف التكامل بها كبير نسبياً .

شكل (١١/١٠) به رسم لتوصيله ض ى أ فى دائرة الانحراف الأفقى . ويمكن تلخيص عمل ض ى أ فى الآتى :

يدخل إلى دائرة مقارن التردد (ض ى أ) ضغط نبضات تزامن أفقى وجزء من ضغط أسنان المنشار الخارج من دائرة الانحراف الأفقى . فيخرج

من ض و أ ضغط مستمر يتناسب طردياً مع الفرق فى التردد ، أو فى الوجه ، بين ضغطى الدخول ، أى أنه كلما زاد الفرق فى التردد يزيد ضغط الخروج هذا . ويستخدم هذا الضغط المستمر فى ضبط تردد مولد الانحراف الأفقى مع نبضات التزامن . وذلك بتوصيل هذا الضغط المستمر إلى شبكة مولد الانحراف مباشرة ، فيصحح تردده .



شكل (١١ / ١) : رسم لتوصيلة ض و أ فى دائرة الانحراف الأفقى .

يوجد لضابط التردد الأوتوماتيكى أسماء أخرى مثل : « موازن التزامن Stabilizer Synchronization » أو « حدافة التزامن Flywheel Synchronization » . ويسمى حدافة التزامن لأنه يتصرف بطريقة مشابهة لعمل الحدافة، ولكن بطريقة كهربية بدلا من الطريقة الميكانيكية للحدافة . إذ يساعد على زيادة القصور الذاتى الكهربى لمولد الانحراف بالنسبة للتغير فى التردد ، بنفس الطريقة التى تساعد بها الحدافة على زيادة القصور الذاتى الميكانيكى للمحرك بالنسبة للتغير فى السرعة .

يمكن تقسيم ض و أ المستخدم فى دوائر التليفزيون إلى نوعين أساسين حسب طريقة عمله وهما :

١ — « كاشف الوجه Phase detector » أو « المميز Discriminator » ، وتعتمد طريقة عمله على الفرق فى الوجه بين نبضات التزامن وموجة أسنان المنشار الخارجة من مولد الانحراف .

٢ — « مرشد التزامن Synchro-guide » وهو اسم تجارى لضابط التردد الأوتوماتيكى . وتعتمد طريقة عمله على عرض النبضة . وهو يعمل عادة مع مذبذب مانع .

هذا بالإضافة إلى أنه يمكن تقسيم دوائر المميز إلى الأنواع الآتية :

(أ) مميز يستخدم صماماً ثنائياً مزدوجاً متوازناً ، يحتاج إلى نبضات تزامن ذات استقطاب سالب وموجب ، ويعمل مع مذبذب متعدد متحد المهبط .

(ب) مميز يستخدم صماماً ثنائياً مزدوجاً غير متوازن ، يحتاج إلى نبضات تزامن ذات استقطاب واحد سالب ، ويعمل مع مذبذب متعدد متحد المهبط .

(حـ) مميز يستخدم صماماً ثلاثياً يقوم بعمل الثنائي المزدوج المتوازن أو غير المتوازن .

(د) « محكم التزامن Synchrolock » وهو اسم تجاري لمميز يستخدم صماماً ثنائياً مزدوجاً ، يعمل مع مذبذب موجة جيبيّة (مذبذب هارتلي) بالإضافة إلى صمام « مفاعلة Reactance » .

وفيما يلي شرح لدوائر ض ى أ المختلفة :

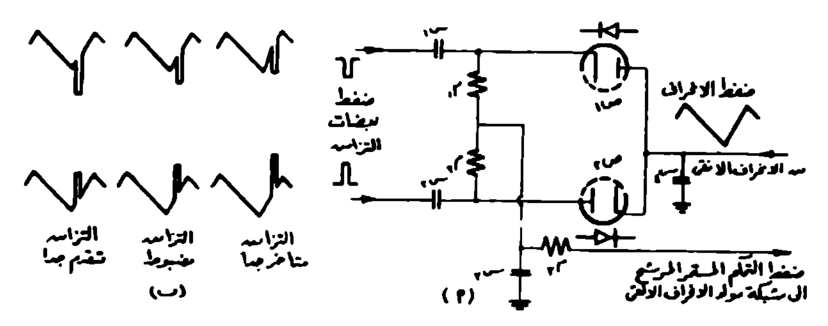
٢/١١ مميز تزامن يستخدم ثنائي مزدوج متوازن :

شكل (١١ / ٢) يبين دائرة ض ى أ من نوع مميز التزامن ، يستخدم صمامين ثنائيين ككاشف متوازن ، لتوليد ضغط خروج مستمر يتناسب مع الفرق في التردد بين ضغطي التزامن والانحراف المغذيان للمميز . وضغط الخروج المستمر هذا يسلط على مولد الانحراف الأفقي لتصحيح تردده . وعادة يكون مولد الانحراف ، في مثل تلك الدائرة ، عبارة عن مذبذب متعدد نوع ربط المهبط .

نرى في الشكل (١١ / ٢) ضغط نبضة تزامن ، قادمة من دائرة فاصل التزامن ، تدخل إلى كل من الصمامين ص١ص٢ باستقطاب مخالف . ويقوم م١س١ بربط نبضة تزامن لها استقطاب معين إلى الصمام ص١ . بينما م٢س٢ يربط نبضة التزامن باستقطاب مخالف إلى الصمام ص٢ . بالإضافة إلى ذلك

يصل إلى الصمامين ضغط انحراف من دائرة خروج الانحراف الأفقى ، ويظهر على المكثف $س_٤$ بنفس الاستقطاب للصمامين .

يتم اختيار استقطاب ضغط الانحراف بحيث يزيد ميل ضغط الارتداد فى الاتجاه الموجب، كما فى الشكل . ينتج عن ذلك أن نبضات التزامن تتحد مع ضغط الارتداد ، كما هو موضح بالأشكال الموجية شكل (١١/٢ب) . وكل صمام يعمل كموحد قمة .



شكل (١١/٢) : (أ) دائرة مميز تزامن للتحكم الأوتوماتيكى فى تردد مولد الانحراف لأفقى يستخدم ثنائى مزدوج متوازن (ب) الأشكال الموجية لضغوط الصمامين الثنائيين .

عندما يكون ضغط الدخول للصمام $ص_١$ له نفس القمة مثل ضغط دخول $ص_٢$ ، يولد كل من الصمامين خروجاً متساوياً . وبما أن المكثف $س_٣$ يوصل مهبط $ص_١$ إلى الأرض . فإنه يجعل ضغط التحكم المستمر موجباً أكثر بالنسبة للأرض . بينما الصمام $ص_٢$ يجعل ضغط التحكم المستمر على $س_٣$ أكثر سالبية . وعندما يتساوى تردد التزامن مع تردد الانحراف ، يصير ضغط التحكم المستمر صفر .

إذا كان تردد الانحراف مرتفعاً جداً ، تولد نبضات التزامن قمم ضغط أعلى للصمام $ص_١$ وأقل للصمام $ص_٢$. فنحصل بذلك على ضغط تحكم مستمر موجب ، يخفض تردد المذبذب المتعدد عند توصيله إليه . أما إذا كان تردد الانحراف منخفضاً جداً ، يولد الصمام $ص_٢$ ضغط تحكم مستمر سالب ، يستخدم فى رفع تردد الانحراف .

يستمر مميز التزامن فى مقارنة فروق قمم الضغط ، ليولد ضغط التحكم المستمر ، الذى يستخدم فى فرض تردد التزامن على مولد الانحراف. أى تغيير تردد الانحراف حتى يساوى تردد التزامن . وعادة لا يوجد بجهاز التليفزيون مفتاح لضبط مميز التزامن لأن ضبط الثبات الأفقى يكون فى دائرة مولد الانحراف الأفقى .

فى الدائرة شكل (١١ / ٢) يمكن إحلال ثنائى بلورى (جرمانيوم . .) بدلا من الصمام الثنائى ، ليقوم بنفس العمل . ويجب ملاحظة أن زوج الثنائى البلورى الذى نختاره يكون متوافقاً ، حتى لا يختل توازن الدائرة ، مما ينتج عنه خطأ فى التشغيل .

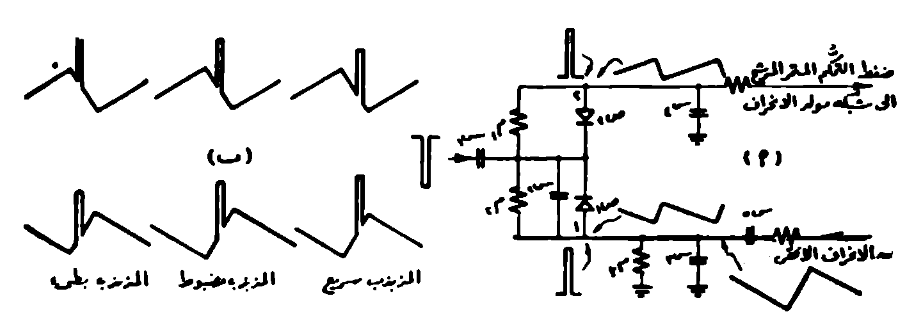
٣/١١ مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج غير متوازن :

يحتاج استخدام الثنائى المزدوج المتوازن فى المثال السابق إلى نبضات تزامن ذات استقطاب موجب وسالب . أما فى شكل (١١ / ٣) فيوجد رسم لدائرة مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج غير متوازن لا يحتاج إلا إلى نبضات تزامن ذات استقطاب واحد فقط (سالب) .

تصل نبضات تزامن سالبة ، من دائرة فاصل التزامن ، عن طريق المكثف $س_١$ ، إلى مهبط $ص_١$ و $ص_٢$ ، فتظهر عند النقطتين ١ و ٢ على هيئة نبضات موجبة ، كما فى الشكل (٣/١١) . إذ أن تأثير الضغط السالب على المهبط يعطى نفس تأثير الضغط الموجب على اللوح . وفى تلك الحالة يتم التوصيل فى الصمامين ، مما ينتج عنه مرور تيارات متساوية ومتضادة فى مقاومتى الحمل المتساويتين $م_١$ و$م_٢$. فنجد أن هبوط الضغط على كل من $م_١$ و$م_٢$ يتساوى ويتضاد ، بحيث يضيع كل منهما الآخر ، وتصير قيمة ضغط الخروج صفراً .

كذلك يصل من دائرة الانحراف إلى دائرة $ص_١$ و$ص_٢$ ضغط أسنان المنشار ، عن طريق $س_٥$. ويوزع هذا الضغط بالتساوى بين $ص_١$ و$ص_٢$ ،

وظاهر من شكل (١١ / ٣) أن ضغط أسنان المنشار الموجود على ص٢ له استقطاب عكس الموجود على ص١ . ويكون اتساع نبضات التزامن أكبر بكثير من اتساع ضغط أسنان المنشار . فإذا حافظنا على انحياز ص١ وص٢ بحيث لا يعملان إلا عند وجود نبضات التزامن فقط ، نجد أن الجزء من أسنان المنشار الذى يحدث لحظة وجود نبضات التزامن هو فقط الذى يكون له تأثير على خروج ص١ وص٢ .



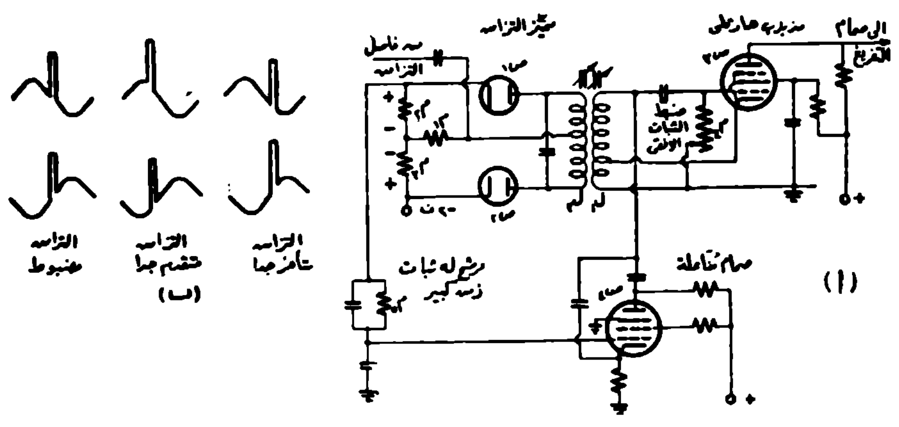
شكل (٣/١١) : (أ) دائرة مميز تزامن للتحكم الأوتوماتيكى فى تردد مولد الانحراف الأفقى يستخدم ثنائى مزدوج غير متوازن (ب) الأشكال الموجية لضغوط الثنائيين البللوريين .

بالرجوع إلى الشكل (٣/١١ ب) الذى يبين الأشكال الموجيّة نجد الآتى : إذا حدثت نبضة التزامن بالضبط عند منتصف ارتداد أسنان المنشار ، يمر تياران متساويان ومتضادان ، فلا يتولد ضغط ، ويكون المذبذب مضبوطاً فى هذه الحالة .

أما إذا كان المذبذب بطئ ، تحدث نبضة التزامن قبل منتصف ارتداد أسنان المنشار . ينتج عن ذلك أن يضاف جزء من ضغط أسنان المنشار إلى ضغط النبضة عند ص٢ ، بينما يطرح جزء من ضغط أسنان المنشار من ضغط النبضة عند ص١ ، كما هو واضح من الشكل ب . وفى هذه الحالة يكون خروج المميز سالباً ، لأن هبوط الضغط على م١ أكبر منه على م٢ . وتوصيل الخروج السالب إلى المذبذب البطئ يساعده على الإسراع .

وعندما يكون المذبذب سريعاً ، تحدث نبضة التزامن بعد منتصف ارتداد أسنان المنشار . فينتج عن ذلك أن يطرح جزء من ضغط أسنان المنشار من ضغط النبضة عند ص$_{٢}$ ، بينما يضاف جزء من ضغط أسنان المنشار إلى ضغط النبضة عند ص$_{١}$ ، كما هو مبين فى الشكل ب . وهنا نحصل على خروج موجب للمميز ، لأن هبوط الضغط على م$_{١}$ أقل منه على م$_{٢}$. وتوصيل الخروج الموجب إلى المذبذب السريع يساعده على الإبطاء .

يمكن استخدام الصمام الثلاثى ليقوم بعمل الثنائى المزدوج المتوازن أو غير المتوازن . وفى هذه الحالة يكون شرح العمل الأساسى للدائرة تقريباً كما سبق شرحه .



شكل (١١/٤) : (أ) دائرة محكم تزامن مع مذبذب هارتلى وصمام مفاعلة .
(ب) الأشكال الموجية لضغوط الصمامين الثنائيين .

١١/٤ محكم التزامن Synchrolock :

يوجد رسم لدائرة محكم التزامن فى شكل (١١ / ٤) . ونجد فى هــذه الدائرة « مذبذب هارتلى » مستقر ، مضبوط على تردد ١٥٦٢٥ ذ/ث . يتصل بهذا المذبذب مميز تزامن . ويقوم مميز التزامن بمقارنة تردد ووجه نبضات التزامن الواصلة إليه بما يولده مذبذب هارتلى من موجة جيبية . وأى

تغيير بين الاثنين يولد ضغطاً مستمراً ، يسلط على شبكة صمام مفاعلة ، بعد أن يمر على مرشح له ثابت زمن كبير .

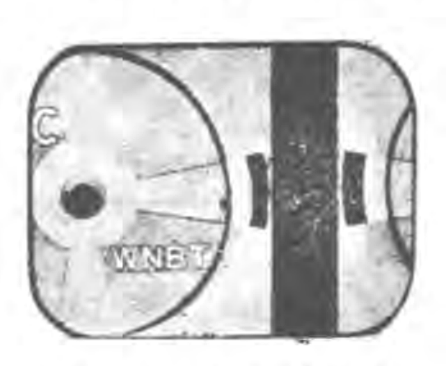
السبب فى الاحتياج إلى صمام مُفاعلة ، هو أنه لا يمكن تصحيح تردد مذبذب هارتلى بطريقة فعّالة ، بمجرد التحكم فى الضغط المستمر لشبكته . لذلك توصل دائرة لوح صمام المفاعلة على دائرة تنغيم مذبذب هارتلى . وكلما تغير الضغط المستمر على شبكة صمام المفاعلة ، يتغير تيار لوح هذا الصمام ، وتبعاً لذلك يتغير تردد المذبذب . ويوصل خروج المذبذب إلى صمام تفريغ منفصل ، يعمل على تردد المذبذب ، ويولد ضغط الانحراف الأفقى .

وطريقة عمل مميز التزامن كالآتى : يوجد ربط محكم بين الملفين ل$_1$ و ل$_2$. وبواسطة هذا الربط ، ينتقل ضغط الموجة الجيبية من دائرة مذبذب هارتلى إلى دائرة مميز التزامن ، عن طريق ل$_1$ ل$_2$. فتظهر ضغوط جيبيّة متساوية ، ولكن متضادة الاستقطاب ، على لوحى الصمامين الثنائيين ص$_1$ و ص$_2$ ، كما فى شكل (١١ / ٤ ب) . وتصل نبضات التزامن إلى نقطة على منتصف ل$_2$ ، فيظهر على لوحى الصمامين الثنائيين نفس ضغط التزامن بنفس الاستقطاب . وعلى ذلك يتولد فى دائرة مهبط كل صمام ضغط خروج مستمر ، يتناسب مع القيمة القصوى لضغط الدخول فى دائرة اللوح .

صافى الخروج عند مهبط الصمام ص$_1$ ، هو الفرق بين الضغط على م$_2$ والضغط على م$_3$. وعند الضبط الصحيح لوجه كل من ضغط نبضات التزامن والضغط الجيبى ، تتساوى قيمة ضغط الخروج القصوى لكل من الصمامين ص$_1$ و ص$_2$. يترتب على ذلك أن تتساوى ضغوط الخروج المستمرة ، فيصير صافى ضغط الخروج صفراً . أما إذا تغير وجه الضغط الجيبى بالنسبة لضغط التزامن ، فيظهر على أحد الصمامين ضغط أكبر من الموجود على الصمام الآخر . وفى هذه الحالة يكون صافى الخروج عبارة عن ضغط مستمر له استقطاب موجب أو سالب ، تبعاً على أى من الصمامين يوجد

ضغط أكبر . يرشح ضغط التحكم المستمر هذا . ويضاف إليه ضغط انحياز ثابت (– ٢ فولت) ، ثم يوصل إلى شبكة صمام المفاعلة .

توجد مقاومة متغيرة م٤ فى دائرة شبكة المذبذب لضبط الثبات الأفقى . بالإضافة إلى ذلك نجد بدائرة « محكم التزامن » وسيلة لضبط تردد المذبذب ، وأخرى لضبط الوجه . إذ يستخدم القلب الحديدى المتغير للملف ل١ فى ضبط تردد المذبذب . وهذا الضبط يدفع الصورة إلى التزامن الأفقى . وعادة تظل الصورة متزامنة أثناء التغيير الكلى للمقاومة م٤ وأثناء تغيير القنوات . كما يستخدم القلب الحديدى المتغير للملف ل٢ فى ضبط وجه المذبذب . وهذا الضبط يحرف تردد المذبذب قليــلا ، لجعل الارتداد الأفقى يحدث أثناء الإطفاء الأفقى . وعند ظهور شريط الإطفاء على الصورة ، كما فى شكل (١١/٥) ، يستخدم ضبط الوجه لتحريك الشريط خارج الصورة .

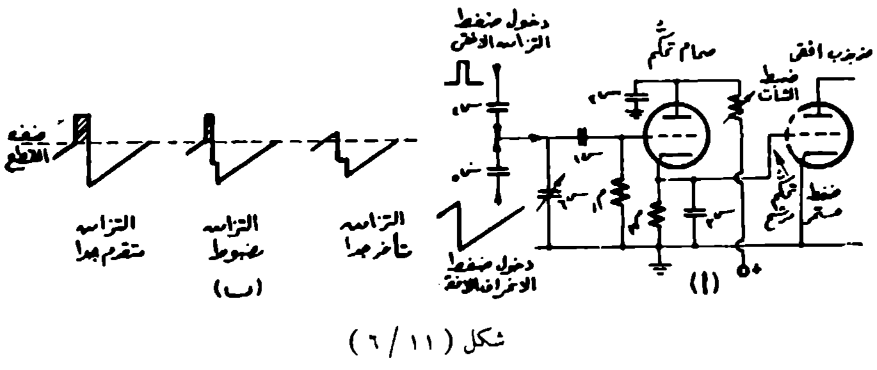


شـكل (١١ / ٥) : فى حالة ظهور شريط الإطفاء على الصورة ، يستخدم ضبط الوجـه لتحريك الشريط خارج الصورة .

١١/٥ مرشد التزامن Synchro-guide :

شكل (١١ / ٦) به رسم لدائرة مرشد التزامن . وهو يستخدم صمام تحكم ثلاثى لتوليد ضغط تحكم مستمر لشبكة صمام مولد الانحراف . وغالباً يكون مولد الانحراف عبارة عن مذبذب مانع . ويكون ضغط التحكم المستمر عبارة عن هبوط الضغط على مقاومة المهبط م٣١ ، المرشح بواسطة المكثف س٣ . يوصل ضغط المهبط هذا مباشرة إلى شبكة مذبذب الانحراف ليصحح من تردده . ويعتمد مقدار ضغط التصحيح المستمر ، المتولد على مقاومة المهبط ، على قيمة تيار اللوح المار .

لكى نتحكم فى قيمة تيار اللوح المار فى صمام التحكم ، حسب الفرق بين تردد التزامن وتردد الانحراف ، نوصل كل من ضغطى التزامن والانحراف إلى الشبكة الحاكمة . يوصل ضغط التزامن الأفقى ، القادم من دائرة فاصل التزامن ، إلى الشبكة عن طريق المكثف س١ . بينما يوصل ضغط الانحراف ، القادم من دائرة الانحراف الأفقى ، إلى الشبكة عن طريق المكثف س٥ .



شكل (١١ / ٦)

(أ) دائرة مرشد تزامن .   (ب) الأشكال الموجية للضغط عند شبكة صمام التحكم .

يتكون الضغط المركّب الواصل لشبكة صمام التحكم من تركيب نبضات التزامن على قمم ضغط الانحراف . وتعتمد قيمة تيار اللوح المار فى صمام التحكم على مقدار الجزء من نبضة التزامن الموجود على قمة ضغط الانحراف . ويتغير عرض جزء نبضة التزامن الموجود على قمة ضغط الانحراف ، بتغير فرق الوجه بين ضغطى الدخول (أو ترددهما) ، كما هو مبين فى شكل (١١ / ٦ ب) .

شكل (١١ / ٦ ب) يبين ثلاثة حالات مختلفة للشكل الموجى عند شبكة صمام التحكم . وواضح من هذا الشكل أنه عندما يتغير فرق الوجه بين ضغطى الدخول ، يتغير الشكل الموجى للضغط المركّب الواصل للشبكة . ونتيجة لذلك ، يتغير متوسط تيار اللوح ، فيتغير تبعاً له ضغط التحكم المستمر على مقاومة المهبط . وفيما يلى شرح للحالات الثلاثة المبينة بالشكل (١١/٦ ب) :

الحالة الأولى عندما يكون التزامن مضبوطاً ، وتردد التزامن هو نفس تردد الانحراف . وفى هذه الحالة نجد حوالى نصف عرض النبضة على قمة ضغط الانحراف . وهذا يولد تيار اللوح اللازم لضغط التحكم المطلوب . أما نصف عرض النبضة الباقى فيحدث بعد القمة ، ويظهر كما فى الشكل على هيئة سلّمة عند الجزء الأسفل لضغط الانحراف .

الحالة الثانية عندما يكون التزامن متقدماً جداً ، ولأن تردد الانحراف أقل فى هذه الحالة ، يظهر جزء أكبر من عرض النبضة على قمة ضغط الانحراف . وهذا يولد تيار لوح أكبر ، فنحصل من مهبط صمام التحكم على ضغط تحكم موجب أكبر . وزيادة ضغط التحكم الواصل لشبكة المذبذب يؤدى إلى زيادة تردد مذبذب الانحراف .

الحالة الثالثة عندما يكون التزامن متأخراً جداً ، أى أن تردد الانحراف أعلى من تردد التزامن . فى هذه الحالة نحصل على ضغط تحكم أقل ، مما يؤدى إلى انقاص تردد مذبذب الانحراف . ونتيجة لكل ذلك ، نجد أن صمام التحكم يحافظ على تصحيح فرق الوجه بين ضغط التزامن وضغط الانحراف . لأن ضغط التحكم يصحح باستمرار تردد مذبذب الانحراف ، لكى يتمشى مع تردد التزامن .

عند اختلاف تردد التزامن مع تردد ضغط الانحراف ، يظهر تأثير ذلك على الصورة كما يلى : عندما يكون التزامن متقدماً جداً ، أى أن تردد الانحراف الأفقى أقل من تردد التزامن الأفقى ، تظهر الصورة على الشاشة كما فى شكل (١١ / ٧) . وعندما يكون التزامن متأخراً جداً ، أى أن تردد الانحراف الأفقى أعلى من تردد التزامن الأفقى ، تظهر الصورة على الشاشة كما فى شكل (١١ / ٨) .

عادة تحتوى دائرة صمام التحكم على وسيلة لضبط الثبات الأفقى . ويتم ضبط الثبـــات فى شكل (١١ / ٦) بواسطة المقاومة المتغيرة الموجودة بدائرة اللوح . إذ يمكن بواسطتها تغيير ضغط لوح صمام التحكم ، ومن ثم

تغير تيار لوحة . وهذا بدوره يغير فى مقدار تيار التحكم المستمر المتولد فى دائرة المهبط ، الذى يتحكم فى تردد مذبذب الانحراف . ويحدد ثابت الزمن لمرشح ضغط التحكم المستمر مقدار السرعة التى بها يمكن لضغط التحكم المرشح أن يغير فى اتساعه . ومن ذلك تظهر أهمية دور ثابت الزمن هذا فى سرعة ضبط تردد مذبذب الانحراف مع التزامن . والقيمة العملية لثابت الزمن هذا هى حوالى من ٠,٠١ إلى ٠,٠٥ ثانية .



شكل (١١ / ٧) : عندما يكون تردد الانحراف الأفقى أقل من تردد التزامن الأفقى ، نحصل على الصورة المبينة على الشاشة .

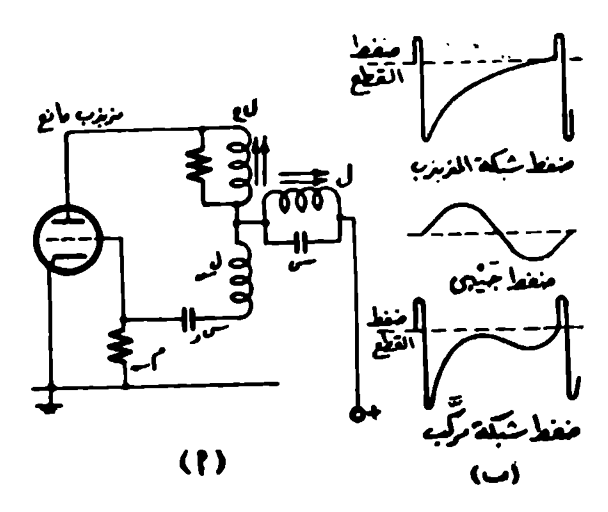
كما يوجد فى دائرة صمام التحكم أيضاً المكثف المتغير س٢ ، بشكل (٦/١١) . ويمكن بواسطة س٢ ضبط « مدى الإحكام Locking-range » وبالدائرة يكون س٢ مجزئ ضغط سعوى ، مع س١ بالنسبة لدخول ضغط التزامن ، ومع س٥ بالنسبة لدخول ضغط الانحراف . وهذا يضبط مقدار ضغط الشبكة الموصل إلى صمام التحكم . و « مدى الإحكام » يحدد مدى إمكان حيود تردد مذبذب الانحراف عن التردد ١٥٦٢٥ ذ/ث ، وما يزال صمام التحكم يتحكم فى ضبط تزامن تردده .



شكل (١١ / ٨) : عندما يكون تردد الانحراف الأفقى أعلى من تردد التزامن الأفقى ، نحصل على الصورة المبينة على الشاشة .

دائرة رنين استقرار :

فى كثير من دوائر الانحراف التى تستخدم المذبذب المانع أو المذبذب المتعدد ، تضاف دائرة رنين ل س . وفائدة دائرة الرنين هذه أنها تجعل تردد المذبذب مستقر ، بجعل ضغط الشبكة يصل إلى انحدار حاد عند اقترابه من ضغط القطع . ويمثل شكل (٩/١١) دائرة رنين استقرار ل س تستخدم فى مذبذب مانع . ويلاحظ أن دائرة رنين ل س موجودة فى كل من دائرة اللوح ودائرة الشبكة للمذبذب المانع . وعند توصيل المذبذب ، يتولد فى دائرة الرنين تذبذبات موجة جيبية .



شكل (٩/١١) : (أ) مذبذب مانع به دائرة رنين استقرار
(ب) الأشكال الموجية لضغط الشبكة .

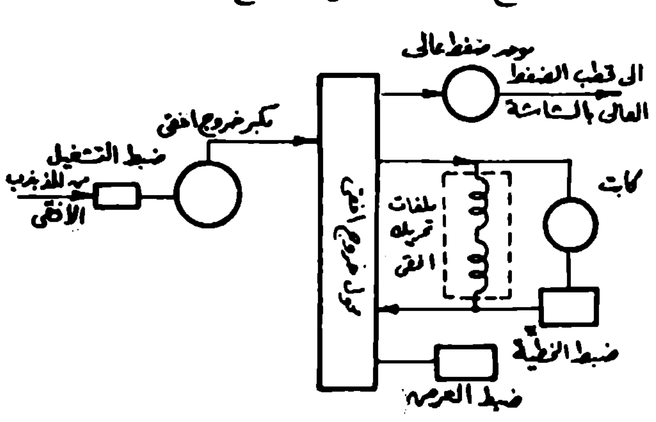
عندما نوصل إلى الشبكة ضغط الموجة الجيبية بالإضافة إلى ضغط الشبكة ، نحصل على الضغط المركّب للشبكة ، كما فى الشكل (٩/١١ ب) . ويكون الشكل الموجى المركّب أكثر انحداراً عند اقتراب ضغط الشبكة من ضغط القطع ، نتيجة لإضافة الموجة الجيبية بالوجه الصحيح . والانحدار الأكثر عند اقتراب ضغط الشبكة من ضغط القطع ، يعنى أن نبضات الشوشرة والتداخلات

تحتاج إلى إتساع أكبر لكى يظهر لها أى تأثير على المذبذب . ينتج عن ذلك أن يستقر المذبذب ، ويقلل من تغيرات التردد التى قد تتولد من الضغوط الغير مرغوب فيها . والملف الموجود فى دائرة رنين الاستقرار يطلق عليه فى بعض الأحيان اسم ملف الاستقرار أو « ملف الرنين Ringing coil » .

٦/١١ دائرة الخروج الأفقى :

يوجد فى شكل (١١ / ١٠) رسم مربعات لدائرة الخروج الأفقى . ونرى فى هذا الشكل أن إشارة الانحراف الخارجة من مذبذب الانحراف الأفقى تصل إلى شبكة صمام الخروج الأفقى بعد أن تمر على « ضبط التشغيل Drive control » الذى يتحكم فى مقدار الإشارة الواصلة إلى الشبكة .

ويقوم مكبر الخروج الأفقى بتكبير إشارة الانحراف بالقدر اللازم . ويعمل مكبر الخروج الأفقى على المرتبة ب إلى ج . ويستخدم مكبر الخروج صمام قدرة له كسب كبير . ويجب أن يتحمل صمام الخروج على لوحة نبضات ضغط متغير عالية (حوالى ٥ كيلو فولت) دون أن يصيبه تلف . ووصلة اللوح تكون غالباً فى أعلى الصمام ، أما فى بعض صمامات فتكون وصلة اللوح على مسمار فى قاعدة الصمام . وقد يوضع صمام الخروج الأفقى داخل قفص معدنى لمنع الحريق وتقليل الاشعاع .



شكل (١١ / ١٠) : رسم مربعات لدائرة الخروج الأفقى .

توصل إشارة أسنان المنشار الخارجة من مكبر الخروج الأفقى إلى محول خروج أفقى . ويقوم هذا المحول بالتوفيق بين إعاقة لوح صمام الخروج وبين إعاقة ملفات الانحراف الأفقية . بالإضافة إلى ذلك ، يولد محول الخروج الأفقى ما يحتاج إليه الجهاز من ضغط ارتداد مرتفع . يوحد هذا الضغط بواسطة موحد الضغط العالى، ثم يوصل إلى قطب الضغط العالى بأنبوبة الشاشة .

عند نهاية فترة الارتداد لتيار أسنان المنشار يحدث تذبذب غير مرغوب فيه . لتفادى ذلك يوصل « كابت Damper » على ملفات التحريك الأفقى . والكابت فى هذه الحالة عبارة عن صمام ثنائى ، لأن التيار فى ملفات التحريك الأفقى أكبر وتردده أعلى من حالة الانحراف الرأسى التى تكتفى باستخدام مقاومة للكبت . والطاقة الكهرومغناطيسية المتولدة فى الدائرة عند فترة الارتداد ، هى التى تشغل الكابت ، الذى يعطى تيار الانحراف الخطى لملفات الانحراف الأفقى خلال الجزء الأول من الخط الأفقى . بالإضافة إلى ذلك ، يعطى الكابت « ضغط موجب مُعزَّز + Boosted B » ، وهو ضغط أعلى من الضغط الموجب تحتاج إليه بعض الدوائر .

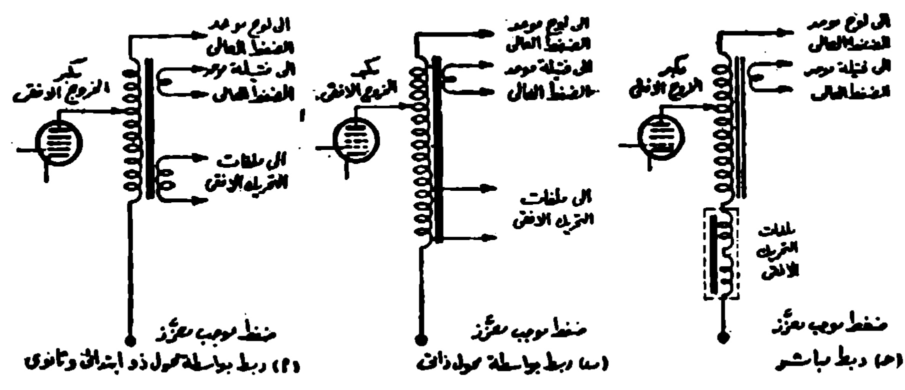
يوجد كذلك فى دائرة الخروج الأفقى نوعين من التحكُّم وهما : ضبط الخطية الأفقية ، وضبط العرض .

وتوجد ثلاثة طرق مختلفة لوسيلة الربط بين مكبر الخروج الأفقى وملفات التحريك الأفقى ، كما هو مبين بشكل (١١/١١) . ووسائل الربط المختلفة هى : إما محول ذو ابتدائى وثانوى ، أو محول ذاتى ، أو ربط مباشر . وسنتكلم بالتفصيل عن كل من هذه الطرق فى هذا الباب فيما بعد .

٧/١١ ضبط تشغيل مكبر الخروج الأفقى :

تتولد إشارة الانحراف الأفقى بواسطة المولِّد الأفقى ، ثم تنقل إلى شبكة مكبر الخروج الأفقى عن طريق دائرة ربط م س . ويوجد عادة فى دائرة الربط هذه مكثف متغير أو مقاومة متغيرة للتحكم فى مقدار إشارة الانحراف

التي تصل إلى شبكة صمام الخروج . وهذا ما يسمى « ضبط التشغيل Drive Control »



شكل (١١ / ١١) : طرق الربط المختلفة بين مكبر الخروج الأفقي وملفات التحريك الأفقي .

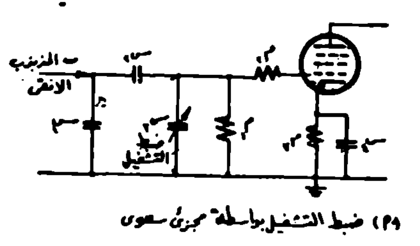
إذا ضبطنا « ضبط التشغيل » بحيث يصل إلى شبكة صمام مكبر الخروج الأفقي ضغط انحراف أكثر من اللازم ، نحصل غالباً على صورة مشوهة ، تحتوى على خط أو أكثر من خط أبيض رأسي أسفل منتصف الصورة .

أما إذا ضبطنا « ضبط التشغيل » بحيث يصل إلى شبكة صمام مكبر الخروج الأفقي ضغط انحراف أقل من اللازم ، فقد لا تملأ الصورة كل الشاشة . كما ينتج أيضاً من ذلك أن ينقص ضغط الانحياز السالب لشبكة صمام الخروج ، مما يسمح بمرور تيار لوح أكبر ، وهذا يؤدى في النهاية إلى زيادة حرارة الصمام وتلفه .

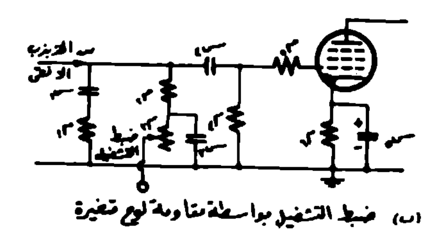
يبين شكل (١١ / ١٢) ثلاثة طرق شائعة لضبط تشغيل صمام الخروج الأفقي . ففي شكل (١١ / ١٢ أ) يكوّن المكثفان س٢ و س٣ مجزئ ضغط سعوى بالنسبة للضغط الموجود على س١ . وس٣ عبارة عن « ضبط التشغيل » . فإذا ضبطنا س٣ بحيث تقل سعته ، فإن معاوقته تزيد ، ويتولد عليه ضغط أكبر ، فنزيد بذلك الضغط الواصل إلى شبكة صمام الخروج . وعادة يكون

س$_٣$ عبارة عن « مكثف ضبط Trimmer » يمكن ضبطه بواسطة مفك .

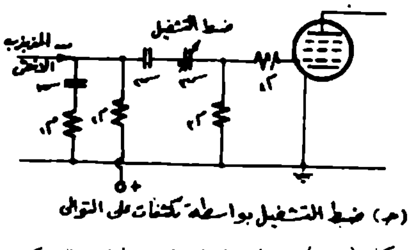
ضبط التشغيل فى شكل (١١ / ١٢ ب) عبارة عن مقاومة متغيرة ، تغير مقدار الضغط الموجب للوح المذبذب السابق . وهذا بدوره يتحكم فى اتساع ضغط الانحراف المتولد على س$_١$ و م$_١$.



(أ) ضبط التشغيل بواسطة مجزئ سعوى



(ب) ضبط التشغيل بواسطة مقاومة لوح متغيرة



(ج) ضبط التشغيل بواسطة مكثفات على التوالى

شكل (١١/١٢) : ثلاثة طرق مختلفة للتحكم فى تشغيل مكبر الخروج الأفقى .

نجد فى شكل (١١ /١٢ ج) أن مكثف ضبط التشغيل س$_٣$ موصل على التوالى مع مسار الإشارة من المذبذب إلى مكبر الخروج . والسعة الأقل تعنى معاوقة أكبر ، مما يؤدى إلى إشارة ضغطها أقل على شبكة صمام الخروج . والعكس صحيح فالسعة الأكبر تعطى ضغط إشارة انحراف أكبر علـى الشبكة . وواضح أن حالة التوالى هذه هى عكس حالة التوازى فى الشكل (١١/١٢ أ) .

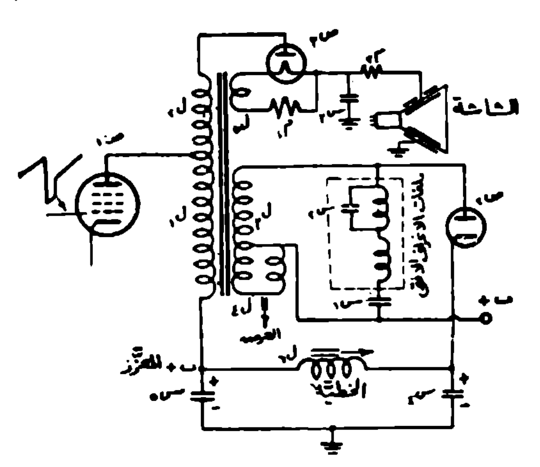
١١/٨ دائرة صمام الكابت Damper :

عندما تكلمنا عن الانحراف الرأسى ، قلنا أنه يمكن كبت التذبذبات التى تتولد عند ارتداد موجة أسنان المنشار بواسطة م أو م س . ولكن هذه الطريقة غير كافية فى حالة الانحراف الأفقى . إذ بدلا من تبديد طاقة التذبذبات عند الارتداد الأفقى فى مقاومة ، يمكن الاستفادة من بعض تلك الطاقة لزيادة كفاءة الانحراف الأفقى ، باستخدام صمام كبت .

تقوم دائرة صمام الكبت بمهمتين بجانب كبت التذبذبات . المهمة الأولى

هى الاستفادة بالطاقة المغناطيسية المخزونة فى دائرة ملفات الانحراف الأفقى لتوليد ضغط موجب مُعزَّز تحتاج إليه بعض الدوائر . أما المهمة الثانية فهى استعادة بعض من الطاقة المغناطيسية هذه لزيادة كفاءة دائرة خروج الانحراف الأفقى . وباستخدام الطاقة المغناطيسية المخزونة فى هذه المهام ، فإنها سريعاً ما تستهلك ، ونتخلص بذلك من التذبذبات الغير مرغوب فيها .

شكل (١١ / ١٣) به رسم لدائرة خروج أفقى فيها ثلاثة صمامات ، ص١ مكبر الخروج الأفقى ، وص٢ الكابت ، وص٣ موحد الضغط العالى . وعمل دائرة صمام الكبت كما يلى : عندما يصل تيار لوح صمام الخروج الأفقى ص١ إلى القطع فجأة فى بدء الارتداد ، يبدأ فى التقلص المجال المغناطيسى المخزون نتيجة الزيادة التدريجية للتيار فى ملفات الانحراف أثناء عملية رسم الخط على الشاشة . وصمام الكبت ص٢ موصل مع محول الخروج بحيث أنه عند بدء تقلص المجال المغناطيسى فى ملفات الانحراف ، تكون نبضة الضغط العالى المتولدة من هذا المجال المتقلص سالبة على لوح صمام الكبت . وبهذا لا يمر تيار فى صمام الكابت فى لحظة بدء تذبذب الدائرة نتيجة تقلص المجال المغناطيسى .

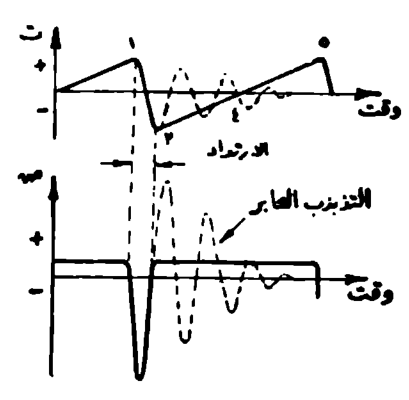


شكل (١١ / ١٣) : دائرة خروج أفقى تستخدم محول له ملف ابتدائى وملف ثانوى .

ويظل صمام الكابت غير موصل لفترة نصف دورة من التذبذبات العابرة ولا يوصل ص٢ إلا بعد أن يستكمل جزء تيار الارتداد فى ملفات التحريك ، كما فى شكل (١١ / ١٤) .

يبين الشكل (١١ / ١٤) العلاقة بين التيار فى ملفات الانحراف وبين الضغط المتذبذب على لوح الكابت ص٢ . ويلاحظ أن الضغط على لوح ص٢ يكون سالباً خلال فترة الارتداد ، ولا يعبر المحور الأفقى فى الاتجاه الموجب إلا بعد أن يصل تيار ملفات الانحراف إلى أقصى قيمة سالبة له (النقطة ٣ على منحنى تيار أسنان المنشار) . أى يكون الضغط على لوح ص٢ سالباً خلال فترة الارتداد ١ – ٣ من منحنى تيار أسنان المنشار ، كما فى الشكل (١١ / ١٤) . وهذا النصف الأول من دورة التذبذب الحر ضرورى لعملية الارتداد السليم ، بالإضافة إلى أنه يساعد على الاستفادة من بعض الطاقة المغناطيسية فى توليد الضغط العالى ، كما سنشرح فيما بعد .

عندما يصل التيار فى ملفات الانحراف إلى أقصى سالبية عند النقطة ٣ ، يكتمل الارتداد ، ويعكس التيار اتجاهه فى الملفات ، ويبدأ فى رسم جزء موجة أسنان المنشار من ٣ إلى ٥ شكل (١١/ ١٤) . وأثناء فترة الارتداد ، لا يستهلك غير جزء صغير من الطاقة المغناطيسية المخزونة ، وذلك لعدم مرور تيار فى صمام الكابت ، وعليه عدم وجود حمل على دائرة التذبذب .



شكل (١١ / ١٤) : الأشكال الموجية للضغط على ملفات الانحراف والتيار المار بها . ومبين كذلك التذبذبات فى الدائرة نتيجة الارتداد السريع للتيار .

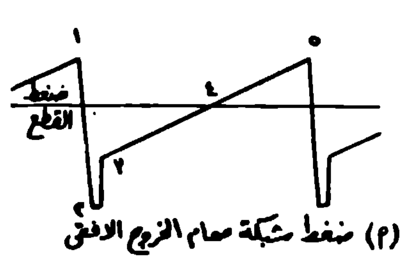
وحينما يعكس التيار نفسه فى الملف ، ليبدأ مرحلة رسم خط تالى ، نجد أن المجال المغناطيسى الشديد الذى ما يزال موجوداً فى ملفات الانحراف يعكس نفسه كذلك ، مما ينتج عنه تغيير ضغط التذبذب إلى الاتجاه الموجب . وفى حالة عدم وجود صمام كابت عبر ملفات الانحراف ، تستمر الدائرة فى التذبذب عند ترددها الطبيعى إلى أن تتشتت الطاقة المخزنة فى النهاية فى المقاومة

بالدائرة . وهذا غير مرغوب فيه لأنه يخل بخطيّة الانحراف عند بدء رسم الخط الأفقى. ويظهر تأثير ذلك على الشاشة فى هيئة خطوط رأسية على شمال الصورة .

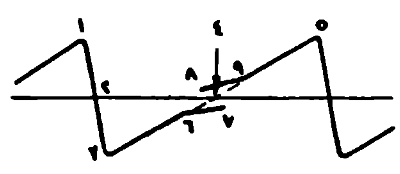
أما فى حالة وجود صمام كابت بالدائرة ، وعندما يبدأ ضغط التذبذب أن يكون موجباً ، يبدأ مرور تيار كبير فى صمام الكابت ، وبذلك يحمّل ملفات الانحراف بدرجة تجعلها غير قادرة على الاستمرار فى التذبذب . فتنشت الطاقة المغناطيسية المخزنة فى الحمل الذى يضعه الكابت على الملفات بمعدّل يضمن خطيّة رسم الخط .

يعمل صمام الخروج الأفقى $ص_1$ شكل (١١ / ١٣) بحيث يظل فى حالة قطع خلال فترة الارتداد ، وكذلك خلال الجزء الأول من بدء رسم الخط ، إذ يظل فى حالة قطع خلال حوالى ٣٠٪ من الخط . وأثناء هذه الفترة يمر تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف نتيجة للطاقة المغناطيسية المخزونة .

شكل (١١/١٥) يبين رسم موجة الضغط الموجود على شبكة صمام الخروج ، وكذلك رسم موجة تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف . يظل صمام الخروج الأفقى فى حالة قطع وصمام الكابت فى حالة توصيل ، خلال فترة الارتداد، وخلال الجزء الخطى من ٣ إلى ٦ على منحنى تيار أسنان المنشار . وعند النقطة ٦ تختل خطية الكابت حتى النقطة ٧ فيكف عن التوصيل . وعند النقطة ٨ يبدأ صمام الخروج الأفقى فى التوصيل بطريقة غير خطية حتى النقطة ٩ . ثم يستمر فى التوصيل بطريقة خطية من ٩



(م) ضغط شبكة صمام الخروج الافقى



(ب) تيار ملفات الانحراف الافقى

شكل (١١/ ١٥): ضغط شبكة صمام مكبر الخروج الأفقى ، التيار الناتج المار فى ملفات التحريك الأفقى .

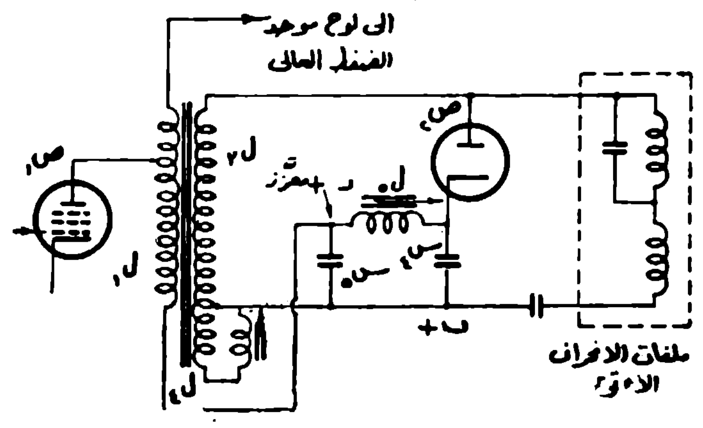
إلى ٥ ، حيث يبدأ ارتداد تالى . من شكل (١١ / ١٥ ب) نجد أن جزء المنحنى ٣ – ٦ خطى ، وجزء المنحنى ٩ – ٥ خطى ، ومجموع جزء المنحنى ٦ – ٧ زائد جزء المنحنى ٨ – ٩ يعطينا منحنى خطى ٦–٩ . وبهذا يكون جزء المنحنى من ٣ إلى ٥ خطياً ، وهكذا نحصل على تيار يزيد اتساعه بمعدل ثابت من النقطة ٣ إلى ٥ .

يصل الضغط السالب على لوح صمام الكابت أثناء الارتداد إلى حوالى واحد كيلو فولت أو أكثر . لذلك يجب أن يكون صمام الكابت عبارة عن صمام ثنائى يتحمل ضغط عكسى مرتفع .

٩/١١ الضغط الموجب المعزّز + Boosted B :

أثناء الارتداد يظل صمام الكابت فى حالة قطع . ولكن بعد الارتداد مباشرة يمر فى صمام الكابت تيار شديد يشحن المكثفين س٤ و س٥ شكل (١١ / ١٣) بالاستقطاب المبين . ونبضة التيار المتغير على ل٣ تركب على الضغط الموجب ب + عند لوح الصمام ص٢ . ومن ثم يكون الضغط المستمر الموحد ، الذى يظهر على المكثفين س٤ وس٥ ، أكبر من الضغط الموجب ب + . وهذا هو الضغط الموجب المعزّز .

شكل (١١ / ١٦) به رسم لدائرة ب + المعزز بطريقة معدلة . فنجد



شكل (١١ / ١٣) .

شكل (١١

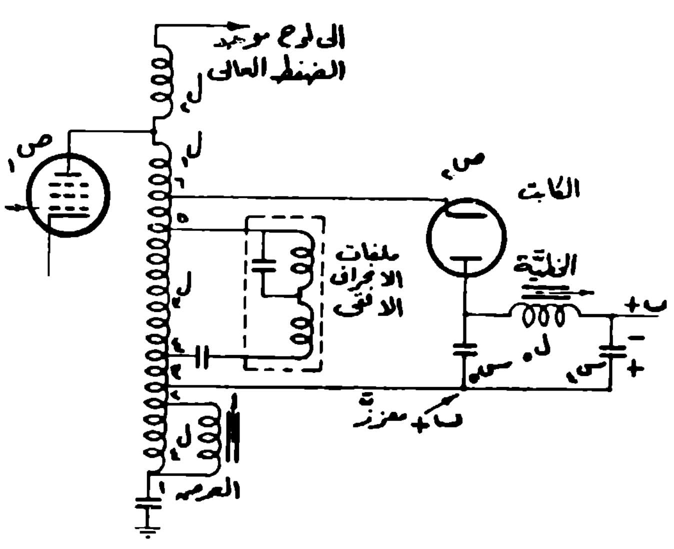
هنا مكثفى الترشيح س٤ و س٥ توصل إلى ب + بدلا من توصيلها إلى الأرض. وهذا يقلل متطلبات العزل لهذين المكثفين . أما فيما عدا ذلك فالدائرة أساساً مشابهة للدائرة شكل (١١ / ١٣) .

يبين شكل (١١ / ١٧) كيف يوصل أحياناً صمام الكابت ومرشح ب + المعزز إلى دائرة خروج أفقى تستخدم محول ذاتى . والطريقة التى يعمل بها ب + المعزز تختلف بعض الشىء من الدوائر السابقة . ويلاحظ أنه بإزالة الملف الثانوى للمحول واستخدام محول ذاتى تنعكست توصيلة الصمام الكابت ، وذلك لأن فرق الوجه ١٨٠° بين الابتدائى والثانوى لم يعد موجوداً الآن لعدم وجود ملف ثانوى .

يستخدم عادة الضغط ب + المعزز لصمام الخروج الأفقى ولمراحل أخرى كذلك مثل المذبذب الأفقى والمذبذب الرأسى والخروج الرأسى . وذلك لأن الضغط الأعلى للوح الصمام يعطى قدرة خروج أكبر مع خطية أحسن .

١١ / ١٠ طرق توصيل ملفات الانحراف بالخروج الأفقى :

تكلمنا من قبل فى شكل (١١/١١) عن طرق الربط المختلفة بين مكبر



شكل (١١ / ١٧) : دائرة خروج أفقى تستخدم محول ذاتى .

الخروج الأفقى وبين ملفات التحريك الأفقى ، وذكرنا وجود ثلاث طرق للربط وهى :

(أ) ربط بواسطة محول ذو ابتدائى وثانوى .

(ب) ربط بواسطة محول ذاتى .

(حـ) ربط مباشر .

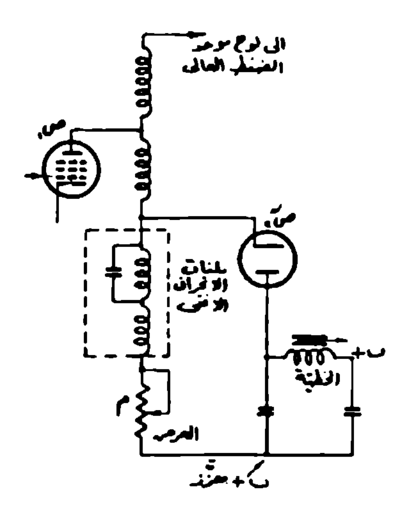
وفى الشكل (١١ / ١٣) رسمنا دائرة خروج أفقى تستخدم محول له ملف ابتدائى وملف ثانوى . وفى تلك الدائرة ، عند مرور تيار لوح فى الملف الابتدائى ل$_1$ لمحول الخروج الأفقى ، يتولد فى الملف الثانوى ل$_2$ ضغط يسبب مرور تيار فى ملفات الانحراف الأفقى . والصمام ص$_2$ يعمل كابت . ونبضات الضغط على الكابت ص$_2$ ترشح بواسطة المرشح س$_4$ ل$_6$س$_5$ ، فيتولد ضغط موجب مستمر يضاف إلى الضغط ب + ليكون الضغط ب + المعزَّز . ويوصل الضغط ب + المعزَّز إلى لوح صمام الخروج الأفقى ص$_1$ عن طريق ل$_1$. والصمام ص$_3$ هو موحد الضغط العالى الذى سنتكلم عنه فيما بعد . هذا بالإضافة إلى وجود وسيلة لضبط الخطيَّة الأفقية ووسيلة لضبط العرض .

وبالشكل (١١ / ١٦) رسم لدائرة خروج أفقى تستخدم محول ذاتى . والمحول الذاتى أكثر شيوعاً الآن فى الاستعمال كمحول خروج أفقى . ولا يوجد عزل بين الابتدائى والثانوى فى المحول الذاتى ، لأنه لا يوجد غير ملف واحد . وشرح عناصر الدائرة يماثل ما قلناه فى شرح شكل (١٠ / ١٣) .

نجد فى شكل (١١/١٨) رسم دائرة خروج أفقى تستخدم طريقة ربط مباشر ، إذ يوجد ربط مباشر بين مكبر الخروج الأفقى وملفات الانحراف الأفقى . وطريقة الربط المباشر هذه غير شائعة الاستعمال . وتصمم ملفات انحراف مخصوصة ذات ممانعة عالية وتوصل على التوالى مع دائرة مكبر الخروج الأفقى . ولا يستخدم محول خروج فى هذه الحالة . والمحول الذاتى

المتصل بلوح صمام الخروج يستعمل فقط لدفع النبضات إلى موحد الضغط العالى .

نلاحظ فى الدوائر الثلاثة التى تكلمنا عنها الآن وجود مكثف واحد فقط س٢ على نصف ملفات الانحراف ، بينما النصف الآخر بدون مكثف . هذا المكثف الموضوع على الجزء الأعلى من ملفات الانحراف يقوم بموازنة تأثير عدم تساوى السعة الشاردة على جزئى ملفات الانحراف . وقيمة س٢ حرجة ، ومعدل ضغطه يصل إلى عدة كيلو فولت ، لأنه يجب أن يتحمل الشحنات العالية . والقيمة الغير مضبوطة للمكثف س٢ تظهر على الشاشة فى هيئة خطوط رأسية مختلفة الشدة على يسار الصورة ، وقد تمتد لتغطى كل الصورة فى الحالات الشديدة . والمكثف س٢ يسمى « مكثف موازنة Balancing capacitor » .



شكل (١١/ ١٨) : دائرة خروج أفقى تستخدم طريقة ربط مباشر بين مكبر الخروج الأفقى وملفات الانحراف الأفقى

ولا نحتاج لمكثف موازنة فى حالة ملفات الانحراف الموصلة على التوازى .

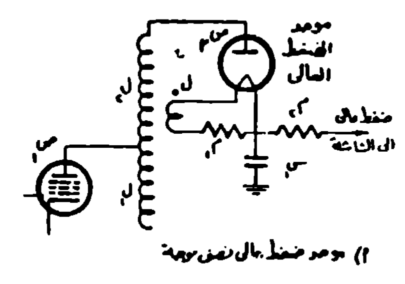
نلاحظ كذلك فى الأشكال (١١ / ١٣ و ١٦ و ١٧) أن أحد جوانب ملفات الانحراف موصلة إلى محول الخروج الأفقى عن طريق مكثف ربط س١ . وأغلب ملفات الانحراف توصل بواسطة ربط سعة لكى تمنع مرور التيار المستمر فيها ، حتى لا ينتج عن ذلك إخلال بوسطنة الصورة .

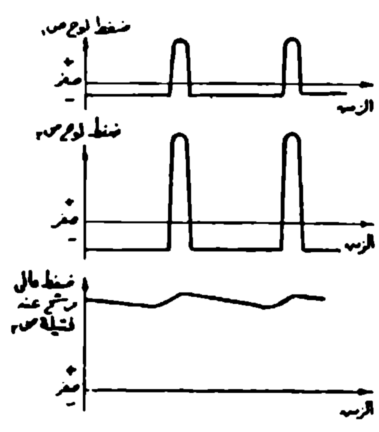
١١ / ١١ موحد الضغط العالى :

شكل (١١ / ١٩) به رسم لدائرة موحد الضغط العالى ، والأشكال

الموجيّة لضغط اللوح والضغط المستمر المرشح عند الفتيلة . وتعمل هذه الدائرة بأن الملف الابتدائى ل٢ يرفع نبضة الضغط الموجبة المتولدة أثناء الارتداد من حوالى ٦ ك ف على ل١ إلى حوالى ٢٠ ك ف على لوح ص٣ . وتغذى فتيلة الصمام ص٢ بواسطة الملف الثانوى ل٥ ، وهو عبارة عن لفة أو لفتين على محول الخروج . ويظهر الضغط المستمر الموحد على فتيلة ص٢ ويرشح بواسطة المكثف س١ . والأشكال الموجيّة لضغط اللوح والضغط المستمر المرشح عند الفتيلة مبينة بالشكل (١١ / ١٩ ب) .

يجب أن يتحمل المكثف س١ ضغط حوالى ٢٠ ك ف . وتكفى أن تكون قيمة سعة المكثف س١ ٥٠٠ µµ فاراد ليقوم بعملية الترشيح ، لأن تردد النبضات عالى نسبياً (١٥٦٢٥ ذ / ث). ولما كانت سعة مكثف الترشيح صغيرة فلا يمكن أن يخزن شحنات كهربية خطرة ، مما يجعل مصدر الضغط العالى أمان نسبياً . كما أنه إذا زاد سحب التيار من دائرة موحد الضغط العالى عن حوالى ٢٠٠ µ أمبير ، يهبط الضغط بسرعة إلى قيمة منخفضة ، مما يتفق مع أمان مصدر الضغط العالى . ويمكن أن تكون السعة س١ هى السعة الموجودة بين طبقتى الطلاء الجرافيتية داخل وخارج أنبوبة الشاشة .





شكل (١١ / ١٩)
دائرة موحد الضغط العالى ، والأشكال الموجية لضغط اللوح والضغط المستمر المرشح عند الفتيلة .

المقاومة م$_1$ موجودة فى دائرة الفتيلة لتحميها من زيادة الحمل . أما المقاومة م$_2$ فموجودة فى دائرة الضغط العالى ، وتكوّن مرشح مع السعة الموجودة بين طبقتى الجرافيت الداخلية والخارجية لأنبوبة الشاشة . هذا المرشح يقوم بترشيح ضغط التعرجات المركب على الضغط العالى وتوافقاته . لأنه إذ وصل ضغط التعرجات أو توافقاته إلى الطبقة الجرافيتية الداخلية لأنبوبة الشاشة ، نجد أن طبقة الجرافيت هذه تقوم مقام الهوائى وتشع تردد الانحراف الأفقى وتوافقاته . وهذا يمكن أن يسبب تداخلات مع أجهزة الراديو بالنسبة للموجات الطويلة والمتوسطة . لذلك كان من الضرورى التخلص من ضغط التعرجات وتوافقاته بواسطة ترشيحه .

شكل (١١/٢٠) : محول خروج أفقى .

موحد الضغط العالى ص$_3$ عبارة عن صمام له تصميم خاص . إذ يتحمل قمة عالية للضغط فى الاتجاه الأمامى والعكسى . وله المقدرة على توحيد ضغط عالى عند تيار منخفض .

الضغوط العالية المتولدة بدائرة موحد الضغط العالى تتطلب توفر خواص طبيعية معينة . فلمنع حدوث شرارة يجب جعل المسارات المحتملة للتسرب على الأقل ٢,٥ سم لكل ١٠ ك‌ف . لذلك ترفع قاعدة الصمام ص$_3$ على عوازل خاصة . وتركب كل من المقاومتين م$_1$ و م$_2$ على قاعدة الصمام ، وتستخدم مسامير القاعدة الخالية كنقط ربط . وتكون نقط اللحام مكوّرة وليس بها أطراف حادة حتى لا ينتج عنها « تفريغ هالى Corona Discharge » وتكون أسلاك التوصيل المتصلة بالضغط العالى ، سواء فى دائرة لوح أو فتيلة

ص٣ ، من نوع يتحمل الضغط العالى ، وأطوالها تكون أقصر ما يمكن ، وتأخذ المسارات المضبوطة ، وذلك لتفادى حدوث أعطال بها.

١١ / ١٢ محول الخروج الأفقى :

الغرض الأساسى من محول الخروج الأفقى هو توفيق إعاقة مكبر الخروج إلى إعاقة ملفات التحريك الأفقى . بالإضافة إلى ذلك فإن محول الخروج الأفقى يغذى موحد الضغط العالى بنبضات الضغط المرتفع ، كما يغذى فتيلته . وفى كثير من الحالات يغذى كذلك دوائر ضابط الكسب الأوتوماتيكى (ض ك أ) وضابط التردد الأوتوماتيكى (ض ى أ) . ويصمم محول الخروج الأفقى حسب احتياجات الأنواع المختلفة لأجهزة التليفزيون . ولذلك تختلف كثيراً إعاقة مقاطع ملفاته وعدد نقط التوصيل عليه حسب اختلاف الأنواع .

تعزل جيداً ملفات وأطراف محول الخروج الأفقى عن بعضها ، لوجود ضغط عالى على المحول . ولنفس سبب الضغط العالى تكون جميع نهايات التوصيل المعدنية مستديرة وليست حادة لتفادى حدوث « تفريغ هالى » نتيجة ميل الكهارب للتجمع على الأطراف المعدنيـــة الحادة . وتغطى ملفات محول الخروج الأفقى بإطار من الشمع أو البلاستك لمنع التفريغ الهالى ولزيادة العزل . وامتصاص الرطوبة فى المحول أو تراكم الأتربة حوله قد تقلل من كفاءته أو تتسبب فى إتلافه .

يعمل محول الخروج الأفقى عند تردد مقداره ١٥٦٢٥ ذ / ث ، ويعتبر هذا التردد عالى بالنسبة لتردد الخروج الرأسى وهو ٥٠ ذ / ث . ويعطى اهتمام بالغ لتصميم دائرة الخروج الأفقى للنزول بالفقد الكهربى إلى أقصى حد ممكن ، لأن هذا الفقد يسبب زيادة القدرة اللازمة بطريقة غير اقتصادية . وهناك فرق كبير بين ما إذا كانت كمية القدرة المبددة تغذى ٥٠ مرة أو ١٥٦٢٥ مرة فى الثانية ، وخاصة حيث تتولد المجالات المغناطيسية فى قلوب حديدية ، كما فى حالة محول الخروج وملفات الانحراف . لذلك يجب

المحافظة على الفقد فى حدود التفاوتات المسموح بها . ويمكن تحقيق ذلك باستخدام قلوب من « الفيريت Ferrite » ؟

قلوب الفيريت تستخدم فى محولات الخروج الأفقى ذات الثانوى والابتدائى أو المحولات الذاتية . وتكون القلوب مساراً للمجال المغناطيسى ، وهى عادة جزء متكامل من التركيب للملفات . أما المحول فى حالة الربط المباشر فيكون عادة ذو قلب هوائى ، وتركب ملفاته على « مُشكّل Former » غير مغناطيسى .

يوجد عادة محول الخروج الأفقى مع صمام موحد الضغط العالى فى داخل قفص معدنى يسمى « قفص الضغط العالى H. V. Cage » . وفائدة هذا القفص هو منع الحريق وانقاص الاشعاع . ويبين شكل (١١/٢٠) رسماً لمحول الخروج الأفقى .

٩١ / ١٣ ضبط العرض Width Control :

توجد طرق مختلفة لضبط عرض الصورة يمكن ذكرها فيما يلى :

(أ) كان يتم ضبط العرض فى دوائر الخروج الأفقى التى تكلمنا عنها حتى الآن بتغيير قيمة محاثة ملف موصل على التوازى مع جزء من ملفات محول الخروج الأفقى ل٤ فى الأشكال (١١/١٣ و١٦) وتتغير محاثة ملف ضبط العرض بواسطة تحريك قلب فيريت بداخله . وبتغيير محاثة ملف ضبط العرض يتغير مقدار التيار المار فى ملفات الانحراف الأفقى ، وهذا يؤثر على عرض الصورة . ومهما كانت المحاثة يجب أن توفق مع ملفات المحول . وأى خلل يؤدى إلى عدم التوفيق ، مثل وجود قصر بين لفات المحول أو لفات ملف ضبط العرض ، يظهر فى الصورة على هيئة نقص فى العرض أو تشويه أو كلاهما . ويطلق على ملف ضبط عرض الصورة اسم « ملف العرض Width Coil »

(ب) يمكن كذلك ضبط عرض الصورة بواسطة تغيير قيمة مقاومة متغيرة فى دائرة الخروج الأفقى . فمثلا توضع مقاومة متغيرة فى دائرة الشبكة الحاجزة لصمام الخروج الأفقى . وبواسطة هـذه المقاومة المتغيرة نتحكم فى الكسب لمرحلة التكبير ، وتبعاً لذلك نتحكم فى ضغط وتيار الانحراف الواصل لملفات الانحراف .

هذا بالنسبة لربط المحول . أما بالنسبة للربط المباشر كما فى الشكل (١١ / ١٨) ، فيمكن ضبط العرض بواسطة مقاومة سلكية متغيرة م موصلة على التوالى مع ملفات الانحراف الأفقى . وعند ضبط م على أقل مقاومة ، نحصل على أقصى تيار فى ملفات الانحراف الأفقى ، ومن ثم أقصى عرض . وهكذا نضبط عرض الصورة .

(حـ) توجد أيضاً طرق ميكانيكية لضبط عرض الصورة مثل تغيير مسـافة « الثغرة الهوائية Air Gap » فى القلب الفيريت لمحول الخروج الأفقى . ويمكن تضييق هذه الثغرة الهوائية أو توسيعها بواسطة عامود ضبط العرض . وعليه تتغير محاثة ملفات محول الخروج الأفقى . وهذا بدوره يكون له تأثير كبير على عرض الصورة . ويرمز لهذا النوع فى الأشكال برسم سهم مائل يمر بمنتصف محول الخروج الأفقى .

(د) وهناك كذلك طريقة ميكانيكية أخرى حديثة لضبط عرض الصورة . وهى عبارة عن أسطوانة من الألومينيوم توضع عادة حول رقبة أنبوبة الشاشة تحت ملفات الانحراف . وتيارات الانحراف الأفقى المارة فى ملف الانحراف تولد فى أسطوانة الألومينيوم « تيارات إعصارية Eddy Currents » ينشأ عنها مجال مغناطيسى معارض يضعف شدة المجال الأصلى لملفات الانحراف . ويعتمد مقدار مدى إضعاف شدة المجال الأصلى على

مقدار جزء أسطوانة الألومينيوم الموجود تحت ملفات الانحراف .
ويمكن تغيير شدة تيارات الانحراف فى ملفات الانحراف الأفقى بتغيير وضع الأسطوانة الألومينيوم إلى الداخل أو الخارج تحت الملفات . وبهذا نضبط عرض الصورة . ويلاحظ أن ارتفاع الصورة لا يتأثر بطريقة ملحوظة نتيجة لذلك، لأن تردد ٥٠ ذ / ث المنخفض، الخاص بتيارات الانحراف الرأسى ، لا يولد غير تيارات إعصارية مهملة فى الأسطوانة الألومينيوم ، بخلاف التردد الأفقى ١٥٦٢٥ ذ / ث ذى التأثير الكبير . كما يلاحظ أن وضع الأسطوانة المعدنية إلى الداخل كثيراً تحت الملفات قد يتسبب فى رفع درجة حرارة الملفات أكثر من اللازم .

١٩ / ١٤ الخطية الأفقية Horizontal Linearity :

طبيعة الضغط على مكثفات ترشيح ضغط ب + المعزز عبارة عن نبضات . ويتغير مقدار الضغط على المكثفات كلما شحنت ثم فرغت . وتقوم مكثفات الترشيح مع ملفات الخطية الأفقية بتنعيم الضغط عليها جزئياً . وبالرغم من ذلك فلا يزال يوجد عليها ضغط موجى متغير بالإضافة إلى الضغط المستمر . وبتغيير فرق الوجه بين هذا الضغط الموجى وبين تيار لوح صمام الخروج الأفقى ، يمكن تصحيح أى عدم خطية بسيط فى الانحراف الأفقى . ويتم ذلك بتغيير محاثة ملف الخطية الأفقية ، ل٫ شكل (١١ / ١٣) مثلا .

تأثير ملف الخطية تظهر بشكل واضح أثناء الفترة ٦ — ٩ شكل (١١/١٥) ، عندما يتلاشى توصيـــل الصمام الكابت ويبدأ صمام الخروج الأفقى فى التوصيل . وعند سلامة ضبط ملف الخطية ، يتعدل الشكل الموجى على ب + المعزز ، بحيث تكون محصلة عملية التوصيل للكابت وصمام الخروج عبارة عن تيار ملفات يتغير خطياً خلال الفترة ٦ — ٩ شكل (١١ / ١٥) . وعلى ذلك يكون لضبط الخطية أكبر الأثر عند مركز الصورة .

نرى فى شكل (١١ / ٢١) رسماً لنموذج اختبار . ونلاحظ منه أن

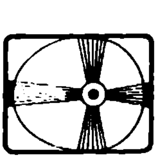
الأسفينين الجانبيين متساويين ، أما الدائرة المركزية فمشوهة . والسبب فى ذلك هو عدم سلامة ضبط الخطية الأفقية مما نتج عنه عدم خطية الشكل الموجى عند منتصفه ، كما هو مبين بالشكل (١٠ / ٢١) .

واضح من شكل (١١ / ٢٢) أن معلومات الصورة ممطوطة على الجهة اليسرى ومزدحمة على الجهة اليمنى . كما أن الدائرة الخارجية ممطوطة إلى اليسار كذلك . وفى حالة ظهور صورة شخص على اليسار نراه عريضاً ، أما على اليمين فيظهر الشخص نحيفاً . ينتج ذلك من عدم خطية موجة تيار أسنان المنشار ، كما هو موضح بالشكل (١١/٢٢). ويمكن أن ينشأ هذا النوع من عدم الخطية نتيجة الزيادة فى ضبط تشغيل مكبر الخروج الأفقى ، والنقص فى ضبط العرض . والعكس يسبب عدم خطية ، كما فى شكل (١١ / ٢٣) ، حيث الجانب الأيمن للصورة ممطوط ، والجانب الأيسر للصورة مزدحم .

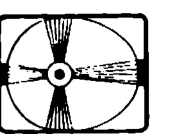
شكل (١١/٢١) : رسم لنموذج اختبار نلاحظ فيه أن الأسفينين الجانبيين متساويين أما الدائرة المركزية فشوهة ، وذلك بسبب عدم خطية الشكل الموجى عند منتصفه نتيجة لعدم سلامة ضبط الخطية الأفقية .

من هذا نرى أن الخطية الأفقية تتأثر بوسائل الضبط المختلفة وهى : ضبط التشغيل ، وضبط العرض ، وضبط ملف الخطية الأفقية .





شكل (١١/٢٢) : معلومات الصورة ممطوطة على الجهة اليسرى ومزدحمة على الجهة اليمنى .



شكل (١١ / ٢٣) : الجانب الأيمن للصورة ممطوط ، والجانب الأيسر للصورة مزدحم .

ملخص (١١)

١ – لتفادى تأثير الشوشرة على نبضات التزامن الأفقى ، يستخدم ضابط تردد أوتوماتيكى (ض ء أ) . ولا يستخدم ض ء أ فى دائرة الانحراف الرأسى لأنها أقل تعرضاً لتداخل الشوشرة لكبر مكثف التكامل بها .

٢ – طريقة عمل ض ء أ هى أن يدخل دائرته ضغط نبضات تزامن أفقى وجزء من ضغط أسنان المنشار الخارج من دائرة الانحراف الأفقى ، فيخرج منه ضغط مستمر يتناسب طردياً مع الفرق فى التردد (أو فى الوجه) بين ضغطى الدخول . ويستخدم هذا الضغط المستمر فى ضبط تردد مولد الانحراف الأفقى مع نبضات التزامن .

٣ – يقسم ض ء أ حسب طريقة عمله إلى نوعين هما : كاشف الوجه ، ومرشد التزامن . وتعتمد طريقة عمل كاشف الوجه على فرق الوجه بين نبضات التزامن وموجة أسنان المنشار الخارجة من مولد الانحراف . كما تعتمد طريقة عمل مرشد التزامن على عرض النبضة .

٤ – إشارة الانحراف الخارجة من مذبذب الانحراف الأفقى تصل إلى شبكة صمام الخروج الأفقى بعد أن تمر على « ضبط التشغيل » الذى يتحكم فى مقدار الإشارة الواصلة إلى الشبكة .

٥ – يقوم مكبر الخروج الأفقى بتكبير إشارة الانحراف بالقدر اللازم ، ويعمل مكبر الخروج الأفقى على المرتبة ب إلى حـ ، ويستخدم صمام قدرة كبير الكسب .

٦ – تسلط إشارة أسنان المنشار الخارجة من مكبر الخروج الأفقى على محول الخروج الأفقى . ويقوم هذا المحول بالتوفيق بين إعاقة لوح صمام الخروج وبين إعاقة ملفات الانحراف الأفقية ، كما يولد محول الخروج الأفقى ما يحتاجه الجهاز من ضغط ارتداد مرتفع يستفاد منه فى توليد

الضغط العالى جداً اللازم لأنبوبة الشاشة بواسطة موحد الضغط العالى .

٧ – توجد ثلاثة طرق للربط بين مكبر الخروج الأفقى وملفات التحريك الأفقى هى :

(أ) ربط بواسطة محول ذو ابتدائى وثانوى .

(ب) ربط بواسطة محول ذاتى .

(حـ) ربط مباشر .

٨ – تقوم دائرة صمام الكبت بالآتى :

(أ) كبت التذبذبات الغير مرغوب فيها التى تحدث عند نهاية فترة الارتداد لتيار أسنان المنشار .

(ب) الاستفادة بالطاقة المغناطيسية المخزونة فى دائرة ملفات الانحراف الأفقى لتوليد ضغط موجب معزَّز تحتاج إليه بعض الدوائر .

(حـ) استعادة بعض من الطاقة المغناطيسية هذه لزيادة كفاءة دائرة خروج الانحراف الأفقى .

٩ – يستخدم عادة الضغط الموجب المعزَّز لصمام الخروج الأفقى ولمراحل أخرى ، لأن الضغط الأعلى للوح الصمام يعطى قدرة خروج أكبر مع خطيَّة أحسن .

١٠ – توجد طرق مختلفة لضبط عرض الصورة كالآتى :

(أ) تغيير قيمة محاثة ملف موصل على التوازى مع جزء من ملفات محول الخروج الأفقى .

(ب) تغيير قيمة مقاومة متغيرة فى دائرة الخروج الأفقى .

(حـ) تغيير مسافة الثغرة الهوائية فى القلب الفيريت لمحول الخروج الأفقى .

(د) تغيير وضع أسطوانة من الألومينيوم توضع عادة حول رقبة أنبوبة الشاشة تحت ملفات الانحراف .

١١ ـ يتم تصحيح الخطية الأفقية بواسطة تغيير محاثة ملف الخطية الأفقية . وتتأثر الخطية الأفقية بوسائل الضبط المختلفة وهى : ضبط التشغيل ، وضبط العرض ، وضبط ملف الخطية الأفقية .

أسئلة (١١)

١ ـ لماذا توجد عادة فى قسم الانحراف الأفقى دائرة ض ء أ ، ولا توجد فى قسم الانحراف الرأسى ؟

٢ ـ ما هى طريقة عمل ض ء أ ؟

٣ ـ على ما تعتمد طريقة عمل كل من كاشف الوجه ومرشد التزامن ؟

٤ ـ ارسم دائرة مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج متوازن . واشرح طريقة عمله .

٥ ـ اشرح طريقة عمل مميز تزامن يستخدم ثنائى مزدوج غير متواز مستعيناً بالرسم .

٦ ـ ما هو مرشد التزامن ؟ وكيف يعمل ؟

٧ ـ ارسم دائرة محكم تزامن مع شرح طريقة عمله .

٨ ـ ماذا يمكن حدوثه إذا ضبطنا « ضبط التشغيل » بحيث يصل إلى شبكة مكبر الخروج الأفقى ضغط انحراف أكثر من اللازم ؟ أو أقل من اللازم ؟

٩ ـ اذكر أربعة طرق مختلفة تستخدم لضبط عرض الصورة .

١٠ ـ ما هو صمام الكابت ؟ ولماذا نستخدم صمام الكابت فى دائرة الانحراف الأفقى فقط ؟ وماذا يستخدم فى دائرة الانحراف الرأسى ليقوم بنفس الغرض ؟

١١ ـ ما هو عمل « ضبط التشغيل » الأفقى ؟ اشرح كيفية ضبطه :

١٢ – ما هى الطرق المختلفة التى تستخدم فى الربط بين مكبر الخروج الأفقى وملفات الانحراف الأفقى ؟

١٣ – بماذا تتأثر الخطية الأفقية ؟ اذكر أمثلة توضيحية .

١٤ – اشرح باختصار ثلاثة طرق شائعة لضبط تشغيل صمام الخروج الأفقى .

١٥ – اشرح بالتفصيل كيف يعمل صمام الكابت ، مع ذكر ما تقوم به دائرته .

١٦ – كيف يتكون الضغط الموجب المعزّز ؟ ومما يتركب ؟

١٧ – أين يستخدم الضغط الموجب المعزّز ؟ ولماذا ؟

١٨ – ما هو عمل محول الخروج الأفقى ؟ قل ما تعرفه عنه .

١٩ – ارسم دائرة موحد ضغط عالى ، واشرح طريقة عملها .

٢٠ – الضغوط العالية المتولدة بدائرة موحد الضغط العالى تتطلب توفر خواص طبيعية معينة ، اشرح .

٢١ – ماذا تعرف عن قفص الضغط العالى ؟ وما فائدته ؟

الباب ١٢

وحدة التغذية

١٢ / ١ وحدة التغذية :

يحتاج جهاز التليفزيون عادة إلى « وحدة تغذية قدرة Power Supply Unit » ، وسنطلق عليها للاختصار اسم « وحدة تغذية » فقط . وعمل وحدة التغذية هو توليد الضغوط الكهربية اللازمة لألواح الصمامات ولشبكاتها الحاجبة ، وكذلك توليد التيار اللازم لتسخين فتايل الصمامات . والقدرة التى تستهلك فى جهاز التليفزيون تتراوح ما بين من ١٣٠ إلى ٢٧٥ وات تقريباً ؛ ووحدة التغذية المستخدمة فى التليفزيون تشابه تلك المستخدمة فى الراديو مع بعض الفروق .

ويمكن التمييز بين وحدات التغذية المختلفة كالآتى :

(أ) نوع الموحد الذى يستخدم لتوحيد الضغط والتيار .

(ب) وجود محول قدرة من عدمه .

(حـ) طريقة توصيل دائرة الفتيلة (على التوازى أو التوالى) .

وأنواع الموحدات التى تستخدم فى وحدة التغذية هى :

١ — موحد الصمام الثنائى :

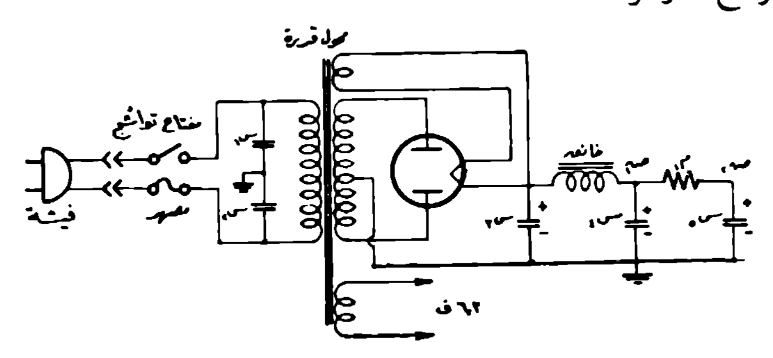
٢ — الموحد المعدنى (أوكسيد النحاس — سيلينيوم) .

٣ — الموحد البللورى (جرمانيوم — سيليكون) .

الصمام الثنائى المستخدم فى وحدة تغذية التليفزيون هو من نوع المفرغ . وهذا النوع يعطى تياراً متوسط القيمة . وعند الاحتياج إلى تيار كبير فى أجهزة الراديو الكبيرة وفى المكبرات ، يستخدم أحياناً صماماً ثنائياً مملوء بالغاز . ولكن الصمام المملوء بالغاز لا يستخدم فى جهاز التليفزيون ، لأن الذبذبات العالية المتولدة من تفريغ الغاز تسبب تداخل مع الترددات التليفزيونية .

١٢ / ٢ موحد يستخدم صمام :

فى شكل (١/١٢) رسم دائرة شائعة لموحد موجة كاملة يستخدم صمام ثنائى مزدوج مفرغ . ووحـــدة التغذية هذه بها « محول قدرة Power Transformer » يعزل الضغط الموجب وضغط الفتايل عن منبع التيار . وعلى الغطاء الخلفى لجهاز التليفزيون يوجد « تواشج Interlock » يقطع تيار المنبع عن الجهاز عند إزالة الغطاء لحماية غير الفنى من الكهرباء الموجودة داخل الجهاز . كما يوجد مفتاح لتوصيل وقطع التيار عن الجهاز . وكذلك يوجد « مصهر Fuse » بطئ الانصهار لحماية محول القدرة من زيادة الحمل . والمكثفان س١ وس٢ (٠٫٠١ ميكروفاراد) موصلان على خط التغذية ليعملا كمرشح للشوشرة .



شكل (١/١٢) : رسم دائرة شائعة لموحد موجة كاملة يستخدم صمام ثنائى مزدوج مفرغ .

تغذى فتايل الصمامات من ملف ثانوى على المحول ضغطه ٦٫٣ف . وهذا يعنى أن جميع الصمامات موصلة على التوازى . والصمامات الموجودة بقسم

ى.ر فى الجهاز ، بالإضافة إلى بعض أو كل صمامات قسم ى.ن الصورة ، تحتاج عادة إلى خوانق ، أو مكثفات تمرير . وذلك لمنع أى من الترددات العالية الموجودة فى هذه الصمامات من تبادل الفعل مع بعضها أو مع دوائر الصمامات الأخرى . وبنفس الطريقة ، تمنع تلك المرشحات الاضطرابات فى الأجزاء الأخرى من التأثير على أقسام ى.ر . و ى.ن الصورة . ولا نحتاج إلى هذه الاحتياطات بالنسبة لجهاز راديو يعمل بطريقة تعديل الاتساع ، لأن دائرته تتعامل فى إشارات ذات ترددات منخفضة . وتستخدم مرشحات ى . ر عادة فى دائرة الفتيلة عندما يزيد تردد الإشارة عن ١٠ ميجاذ/ث .

يقوم الصمام الثنائى المزدوج فى الدائرة بعمل موحد موجة كاملة ، ويعطى ضغوطاً مختلفة ض$_1$ و ض$_2$ (مثلا ٢٥٠ف و ١٢٥ف) . وفائدة الخانق والمقاومة م$_1$ ومكثفات التنعيم س$_3$ و س$_4$ و س$_5$ هو ترشيح الضغط الموجب وتنعيمه وتخليصه من التموجات ، وعادة تكون نسبة ضغط التموجات فى الضغط المستمر حوالى ١٪ . وكلما زادت أقسام المرشحات هذه ، كلما قرب الضغط الموجب الذى نحصل عليه من الضغط المستمر الخالص المطلوب .

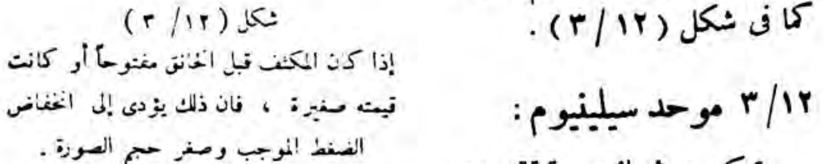
والضغط الموجب الغير مرشح جيداً يولد فى مراحل الصوت طنيناً مسموعاً ، ويولد فى مراحل الصورة تشويه يظهر على الشاشة .



شكل (١٢ / ٢)
شكل يبين التشويه فى الصورة الناتج من عدم الترشيح الكافى للضغط الموجب الذى يغذى دوائر مكبر الصورة والتزامن والانحراف .

شكل (٢/١٢) يبين التشويه فى الصورة الناتج من عدم الترشيح الكافى للضغط الموجب الذى يغذى دوائر مكبر الصورة والتزامن والانحراف . ويظهر التشويه عادة على هيئة شريط أفقى مظلم . ويمكن أن ينتج عنه كذلك تموج

حافتى الصورة اليمنى واليسرى . ويظهر الشريط المظلم نتيجة الطنين فى دائرة شبكة أنبوبة الشاشة . بينما تموج حافتى الصورة يكون بسبب طنين فى دائرة الانحراف الأفقى . هذا فى حالة ما إذا كان المكثف الموجود بعد الخانق مفتوحاً أو قيمته صغيرة. أما إذا كان المكثف الموجود قبل الخانق مفتوحاً أو قيمته صغيرة ، فذلك يؤدى أيضاً إلى انخفاض الضغط الموجب وصغر حجم الصورة كما فى شكل (١٢ / ٣) .

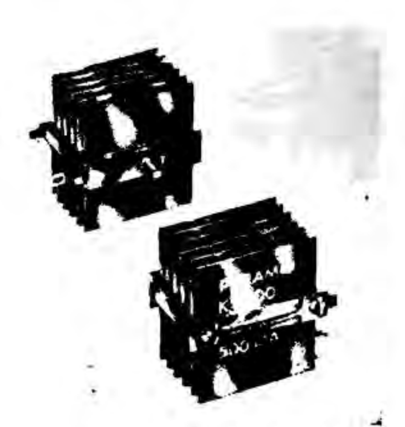


شكل (١٢ / ٣)
إذا كان المكثف قبل الخانق مفتوحاً أو كانت قيمته صغيرة ، فان ذلك يؤدى إلى انخفاض الضغط الموجب وصغر حجم الصورة .

١٢ / ٣ موحد سيلينيوم :

تركيب شرائح رقيقة من معادن مختلفة (مثل السيلينيوم والحديد) تحت ظروف معينة تسمح بمرور الكهارب عند أسطح توصيلها فى اتجاه أكثر منه فى الاتجاه العكسى . وبهذه الطريقة يتركب موحد السيلينيوم الذى يكثر استخدامه فى وحدات التغذية لجهاز التليفزيون .

شكل (١٢ / ٤) به رسم لموحد سيلينيوم . وهو يحل محل الصمام الثنائى . ويمتاز الموحد السيلينيوم بأنه مدمج ، وأنه يستهلك قدرة أقل لعدم وجود فتيلة تسخين له ، كما أن تنظيم الضغط فيه أحسن بالمقارنة إلى الصمام الموحد .



شكل (١٢ / ٤) : رسم لموحد سيلينيوم .

وخواص موحد السيلينيوم تشبه خواص موحد أوكسيد النحاس (المشابه له فى التركيب مع اختلاف المعادن) من حيث الاستقرار وطول العمر . ولكن مقاومة موحد السيلينيوم فى الاتجاه الأمامى أقل . وبذلك تكون كفاءته ومقدار تحمله للتيار أكبر لنفس الحجم الطبيعى .

يوجد لموحد السيلينيوم قطبين أحدهما موجب والآخر سالب، تناظر مهبط ولوح الصمام الموحد . وموضح بشكل (١٢ / ٥) رمز موحد السيلينيوم والصمام الموحد المناظر له . ويميز القطب الموجب لموحد السيلينيوم المناظر لمهبط الصمام بعلامة + أو بنقطة حمراء حسب الصانع . ويميز القطب السالب المناظر للوح الصمام بعلامة – أو بنقطة صفراء .

ويصنع موحد السيلينيوم كالآتى :

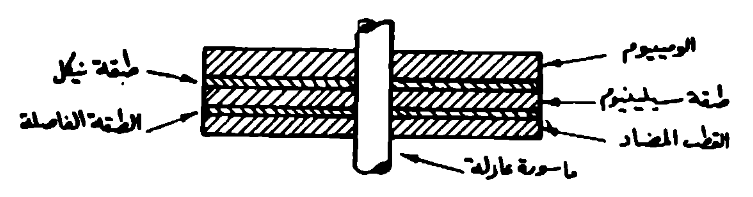
يكون الأساس لوح رقيق من الحديد أو من الألومينيوم غالباً . « ينمش Etched » هذا اللوح ثم يطلى بالكهرباء بطبقة رقيقة جداً من النيكل . ويساعد التمش على تماسك طبقة السيلينيوم باللوح خلال عملية الضغط اللاحقة . ويتحكم الطلاء بالنيكل فى نمو البللورة وتوجيهها فى طبقة السيلينيوم .

شكل (١٢ / ٥)
رمز موحد سيلينيوم والصمام الموحد المناظر له

بعد ذلك يرش سيلينيوم عالى النقاوة على اللوح المطلى بالنيكل . ثم تتعرض الوحدة إلى حرارة عالية وضغط عالى . وهذه المعاملة لا ينتج عنها فقط تبلور صحيح للسيلينيوم ، بل تتسبب كذلك فى تكوين طبقة فاصلة رقيقة جداً على الجانب المعرض من السيلينيوم . ويحدث توحيد التيار فى هذه الطبقة الفاصلة .

لتزويد الطبقة الفاصلة بتوصيل موجب، يرش على السطح الفاصل سبيكة ذات نقطة انصهار منخفضة (كادميوم ، قصدير ، بزموث ، أو زنك) . ويسمى هذا «القطب المضاد» ، ويكون أحد أطراف خلية التوحيد ، بينما لوح

الألومينيوم يكون الطرف الآخر . وتجمع خلايا التوحيد المفردة بحيث تلائم اتساع الضغط المتغير المراد توحيده والتيار المراد تمريره . ونرى مقطع لخلية موحد سيلينيوم فى شكل (١٢ / ٦) . وتتحمل الخلية الواحدة ضغط حوالى ٢٠ف ج.م.ت . ولتوحيد ضغط متغير قيمته ١١٠ف مثلا ، نحتاج إلى موحد مركب من ٦ خلايا موصلة على التوالى ، كما بالشكل (١٢ / ٤) .



شكل (١٢ / ٦) : مقطع لخلية موحد سيلينيوم .

وطريقة عمل موحد السيلينيوم كالآتى : « القطب المضاد Counterectrode » به كهارب حرة وفيرة ، مثل مهبط الصمام ، بينما طبقة السيلينيوم بها كهارب حرة أقل نسبياً ، مثل لوح الصمام . فإذا وصلنا الطرفين إلى منبع ضغط بحيث تكون طبقة السيلينيوم موجبة بالنسبة إلى القطب المضاد ، يمر تيار كبير خلال الطبقة الفاصلة من القطب المضاد إلى السيلينيوم . هذا لأن الكهارب الحرة الوفيرة على القطب المضاد تنجذب إلى طبقة السيلينيوم الموجبة الجهد . وتمر تلك الكهارب خلال الطبقة الفاصلة وهى فى طريقها إلى طبقة السيلينيوم ، مثل مرور الكهارب خلال الفراغ فى الصمام الموحد وهى فى طريقها من المهبط إلى اللوح . أما إذا عكسنا استقطاب منبع الضغط بحيث تكون طبقة السيلينيوم سالبة ، نجد أن التيار الناتج يكون أقل بكثير لأنه توجد كهارب حرة قليلة نسبياً على طبقة السيلينيوم . ونتيجة لخاصية عدم التماثل هذه ، يمكن توحيد التيار المتغير .

من أهم ميزات موحد السيلينيوم هو الانخفاض النسبى لهبوط الضغط الداخلى عند تيار الخروج « المقنن Rated » . إذ يقارن هبوط ضغط مقداره ٥ ف فى موحد السيلينيوم بهبوط ضغط مقداره ٥٨ ف بصمام موحد له نفس

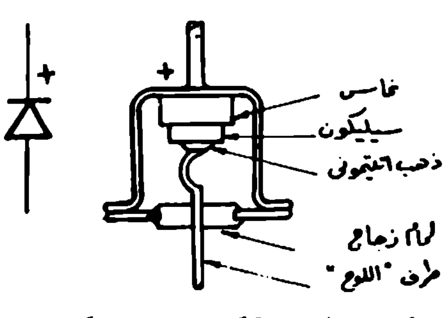
مقنن التيار . وهذا يعنى أن موحد السيلينيوم يمتاز كثيراً عن الصمام الموحد عند استخدام وحدة تغذية بدون محول . ويحتاج موحـــد السيلينيوم إلى ضرورة الحد من درجة حرارته عند التشغيل ، وإلا يقل عمره .

٤/١٢ موحد السيليكون :

بعد تقدم صناعة النصف موصلات ، ظهر فى السنين الأخيرة موحد السيليكون وموحد الجرمانيوم إلى جانب موحد السيلينيوم . وهذه الأنواع الجديدة من الموحدات لها مقاومات أمامية أقل ، ومقاومات خلفية أعلى مما لموحد السيلينيوم أو اصمام التوحيد . لهذا السبب تفقد فى الموحد قدرة أقل بكثير عند مرور تيار . كما يقل كذلك تسرب التيار خلال دورة عـــدم التوصيل ، مما يزيد من كفاءة التوحيد .

ويمتاز موحد السيليكون عن موحد السيلينيوم أو موحد أوكسيد النحاس بتحمله لضغوط كهربية أعلى . فتوحيد ضغط منبع مقداره ٢٢٠ف كان يحتاج على الأقل إلى عشرة خلايا من موحد السيلينيوم موصلة مع بعضها على التوالى ، بينما يقوم بهذه المهمة الآن موحد سيليكون واحد فقط . فموحد السيليكون يشغل حيزاً أقل ويمكن الاستفادة بصغر حجمه هذا .

تركيب موحد السيليكون وموحد الجرمانيوم يختلف عن تركيب موحد السيلينيوم . فمثلا يتركب موحد السيليكون من قرص صغير من السيليكون مثبت باللحام عادة إلى قرص من النحاس ملحق بغلاف الموحد . انظر شكل (١٢ / ٧) . هذا الطرف هو المهبط ، ويقوم النحاس بعمل التوصيل الكهربى مع السيليكون . وبتوصيل النحاس إلى غلاف الموحد ، ثم تركيب الغلاف على شاسيه الجهاز ، نحصل على تشتيت جيد للحرارة .



شكل (٧/١٢) : تركيب موحد السيليكون .

أما الطرف الآخر للموحد فيتكون بسبك قطعة صغيرة من ذهب أنتيمون على الوجه الآخر من قرص السيليكون . ثم يتم توصيل طرف إلى هذه القطعة الصغيرة . ويمتد هذا الطرف خارج الغلاف ، ويعزله عنه إحكام من الزجاج . ويكون هذا الطرف عبارة عن لوح الموحد .

بالنسبة لموحد الجرمانيوم ، يستخدم الجرمانيوم بدلا من السيليكون ، بنفس التركيب السابق شرحه .

١٢/٥ وحدة تغذية بدون محول قدرة :

شرحنا فى شكل (١٢ / ١) وحدة تغذية تستخدم محول القدرة ، وسنتكلم الآن عن وحدات تغذية بدون محول قدرة . وكثيراً ما يستعمل فى وحـــدة التغذية التى بدون محول قدرة موحد سيلينيوم أو موحد سيليكون . ويمكن تقسيم دوائر وحدة التغذية هذه إلى الأنواع الآتية :

(أ) موحد نصف موجة .

(ب) موحد نصف موجة « مضاعف ضغط Voltage Doubler »

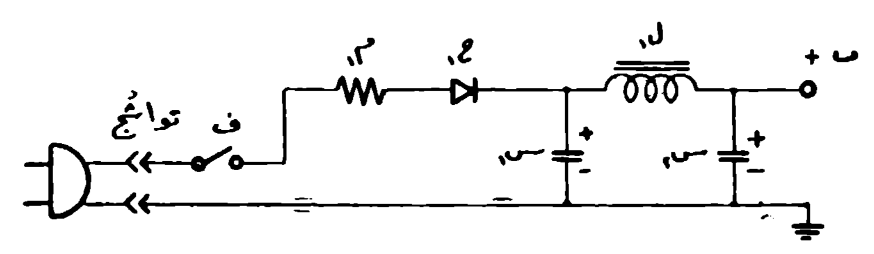
(حـ) موحد موجة كاملة مضاعف ضغط .

وفيما يلى شرح أمثلة للدوائر الثلاثة :

(أ) موحد نصف موجة :

شكل (١٢ / ٨) به رسم لدائرة موحد نصف موجة سيلينيوم أو سيليكون . توصل الفيشة إلى منبع التيار ، ويوجد تواشج لقطع التيار عن الجهاز عند إزالة الغطاء الخلفى له بغرض الحماية . ف عبارة عن مفتاح التوصيل . م١ عبارة عن مقاومة توالى صغيرة لحماية الدائرة ولها غرضين . الأول هو حماية الموحد وقطع المرشح من الاحتراق ، لأنها تحد من « التيارات التموّرية Surge Currents » عند حدوثها . وثانياً إذا حدث قصر فى الجهاز لسبب ما ، فإن هذه المقاومة تحترق فتقوم مقام المصهر فى حماية الجهاز . لذلك يكون تركيب هذه المقاومة بطريقة يسهل معها استبدالها . ح١ عبارة عن

موحد سيلينيوم أو سيليكون . وللحصول على ضغط مستمر مرشح جيداً ، نستخدم مرشحاً يتكون من س$_1$ ل$_1$ س$_2$. س$_1$ و س$_2$ عبارة عن مكثفات كيماوية قيمتها كبيرة موصلة بالاستقطاب المبين بالدائرة .



شكل (١٢ / ٨) : رسم لدائرة موحد نصف موجة سيلينيوم أو سيليكون .

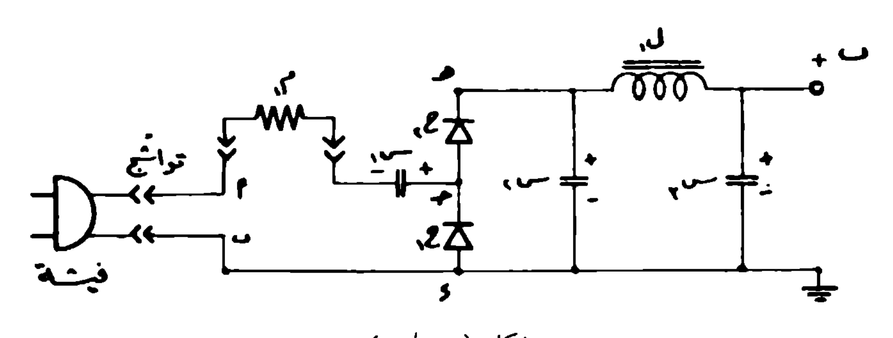
(ب) موحد نصف موجة مضاعف ضغط :

شكل (١٢ / ٩) به رسم لدائرة موحد نصف موجة مضاعف ضغط يستخدم موحد سيلينيوم أو سيليكون . فى هذا الرسم نجد فيشة التوصيل والتواشج ومقاومة الحماية م$_1$ ، وهى تقوم بنفس العمل السابق شرحه بالنسبة لموحد نصف الموجة . وفى هذا الرسم نجد موحدين ح$_1$ وح$_2$ موصلين ليعملا مضاعف ضغط . والطريقة التى يتم بها مضاعفة الضغط شرحها كالآتى :

فى بادئ الأمر نفرض أن الموحد ح$_2$ قد فصل وأبعد من الدائرة . فعندما يكون ضغط المنبع المتغير ، عند لحظة معينة ، بحيث تكون النقطة ب موجبة أكثر من النقطة أ ، يمر تيار كهارب فى الدائرة من أ إلى ﺣ إلى ء إلى ب. وخلال هذا الوقت يشحن المكثف س$_1$ بالاستقطاب المبين بالرسم .

وبعد لحظة عندما يعكس ضغط المنبع المتغير استقطابه بحيث تكون النقطة أ موجبة بالنسبة للنقطة ب ، يتوقف الموحد ح$_1$ عن التوصيل لأنه لا يوصل إلا فى اتجاه واحد . ولكن الآن يضاف ضغط المنبع المتغير إلى الضغط الموجود على المكثف س$_1$ ، فيجعل النقطة ﺣ موجبة بالنسبة للنقطة ء (الأرض) بمقدار مجموع كل من هذين الضغطين . فإذا وصلنا الآن الموحد ح$_2$ إلى الدائرة ، نجد أن الضغط بين النقطة ﺣ والنقطة ء يشحن المكثف

س٣ إلى قمة الضغط الموجود على حـ . وهذا عادة يساوى حوالى ضعف قمة الضغط المتغير المستخدم . ويقوم المرشح ل١ س٣ بترشيح الضغط الموجود على المكثف س٢ .

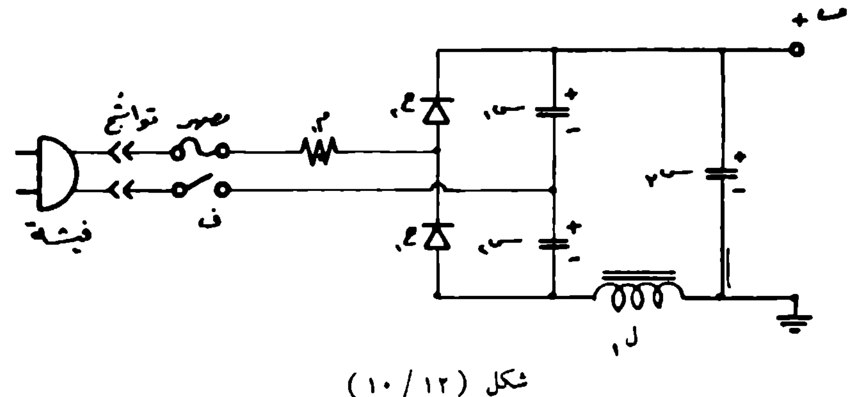


شكل (١٢ / ٩)

رسم لدائرة موحد نصف موجة مضاعف ضغط يستخدم موحد سيلينيوم أو سيليكون .

(حـ) موحد موجة كاملة مضاعف ضغط :

شكل (١٢ / ١٠) به رسم لدائرة موحد موجة كاملة مضاعف ضغط يستخدم موحد سيليكون أو سيلينيوم . وقد شرحنا من قبل دائرة موحد موجة كاملة فقط فى الشكل (١٢ / ١) . كما تكلمنا عن مضاعف الضغط فى الشكل (١٢ / ٩) . أما هذه الدائرة فتقوم بالمهمتين وطريقة عملها كما يلى :



شكل (١٢ / ١٠)

دائرة موحد موجة كاملة مضاعف ضغط يستخدم موحد سيليكون أو سيلينيوم .

يقوم الموحدان ح$_1$ و ح$_2$ بالتوصيل عند التناوبات السالبة والموجبة كل على حدة ، مما ينتج عنه أن يشحن المكثفان س$_1$ وس$_2$. والضغط على س$_1$+س$_2$ يساوى ضعف قمة ضغط المنبع . والمكثفات س$_1$ وس$_2$ و س$_3$ هى مكثفات كيماوية كبيرة القيمة وموصلة بالاستقطاب المبين . والمرشح المستخدم عبارة عن مرشح π معكوس حيث ل$_1$ موصلة بالطرف السالب .

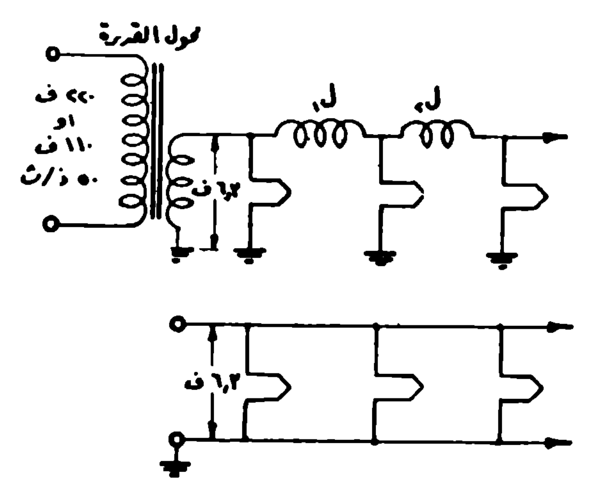
٦/١٢ توصيل فتايل الصمامات على التوالى :

شكل (١١/١٢) يبين طريقة توصيل فتايل الصمامات على التوازى . والفتايل تأخذ الضغط اللازم لها وهو ٦,٣ ف من أطراف خاصة بها على محول القدرة . وخوانق الفتايل ل$_1$ ول$_2$ المبينة بالرسم عبارة عن ملفات ى.ر صغيرة وعملها هو « فك التقارن Decoupling » بين المراحل المختلفة لمنع حدوث تغذية خلفية لإشارة ى.ر أو ى.ن فى عموم خط الفتايل .

وخوانق الفتايل ل$_1$ ول$_2$ لها معاوقة عالية بالنسبة لإشارة ى.ر ، ولكن لا تكون لها أى معاوقة فعّالة عند تردد ٥٠ ذ / ث الخاص بتيار الفتايل . وعليه تكون الفتايل موصلة على التوازى مع بعضها عملياً بالنسبة لتيار الفتايل بصرف النظر من وجود خوانق الفتايل . ويلاحظ أن كل الفتايل موصلة إلى خط عموم من جانب واحد ، بينما الجانب الآخر لكل فتيلة يرجع بمفرده إلى الأرض (الشاسيه) .

فى حالة عدم وجود محول قدرة توصل الفتايل على التوالى وتوصل إلى ضغط المنبع بعد وضع مقاومة ملائمة فى الدائرة لامتصاص الضغط الزائد عن حاجة الفتايل . وتزيد فائدة توصيل الفتايل على التوالى كلما كان الاتجاه لتصغير الشاسيه يحد من استخدام محول قدرة لضيق المساحة . بالإضافة إلى أن الاستغناء عن محول القدرة يوفر فى التكاليف ، ويقلل من وزن الجهاز مما يسهّل تداوله ، كما يوفر فى القدرة التى كانت تفقد فى المحول وتزيد من درجة الحرارة المشعة داخل الجهاز .

فى حالة توصيل الفتايل على التوالى تأخذ الضغط اللازم لها مباشرة من منبع الضغط . ولما كانت الفتايل موصلة على التوالى ، يكون تيار التسخين المار بها واحد . وفى أغلب البلدان اتفقت الصناعات التليفزيونية على توحيد تيار التسخين ليكون ٣٠٠ مللى أمبير لجميع الصمامات المستخدمة فى جهاز التليفزيون . وهذا يساعد على توصيل الفتايل على التوالى بطريقة بسيطة لتتغذى من نفس التيار .



شكل (١٢ / ١١) : رسم يبين طريقة توصيل فتايل الصمامات على التوازى .

من جهة أخرى يختلف الضغط اللازم للفتايل حسب القدرة التى يعطيها الصمام ، وهو يقع فى الحدود من ٦,٣ ف إلى ٣٠ ف فى بعض الصمامات . وبتوصيل فتايل الصمامات — التى يكون عددها فى الجهاز حوالى من ١٥ إلى ٢٠ صماماً — على التوالى ، نجد أن الضغط اللازم لها يكون قريباً من ضغط المنبع (٢٢٠ ف) وينقص عنه قليلا . والفرق بين ضغط المنبع والضغط اللازم للفتايل يمكن تضييعه بتوصيل مقاومة على التوالى مع الفتايل تحدث هبوطاً فى الضغط بالمقدار المطلوب . كما يمكن توصيل مجموعات الفتايل على التوالى ثم على التوازى بطريقة مركبة إذا اقتضى الأمر .

ما يؤخذ على توصيل الفتايل على التوالى هو احتمال سوء توزيع الضغط

على الفتايل نتيجة لاختلاف الخواص الحرارية لفتايل الصمامات المختلفة ، مما يؤدى فى كثير من الأحيان إلى احتراق الفتيلة خلال فترة التسخين عند بدء توصيل الجهاز إلى المنبع . وللتغلب على ذلك أمكن إنتاج صمامات تحتاج فتايلها إلى نفس التيار ، وإلى نفس الوقت لتصل إلى حرارة التشغيل .

يوجد لفتايل الصمامات مُعامل حرارى موجب . وهذا يعنى أن مقاومة الفتايل تكون صغيرة وهى باردة ، وتزيد عند التسخين . وطبعاً ، نتيجة لهذه الخاصية يندفع تيار شديد بمجرد توصيل الفتايل وهى باردة إلى المنبع ، مما يؤدى إلى احتراقها . ولتفادى ذلك يوصل على التوالى مع الفتايل مقاومة هبوط ضغط لها مُعامل حرارى سالب ، أى أن قيمتها تكون كبيرة وهى باردة (عدة مئات أوم) وتقل مقاومتها كثيراً بارتفاع درجة الحرارة (مثلا ٢٠ أو أقل) . ينتج عن توصيل مثل هذه المقاومة فى دائرة الفتايل أن يقل التيار الفورى عند بدء التوصيل إلى أن تسخن الفتايل وتصل إلى مقاومتها العادية للتشغيل . تكون فترة التسخين حوالى دقيقة .

٧/١٢ التداخل والطنين فى دوائر فتايل التوالى :

لمنع حدوث تأثير الصمامات على بعضها عن طريق دائرة الفتايل ، نستخدم مرشحات ى.ر لفك تقارن مراحل ى.ر و ى.ن . وهذه المرشحات تتكون من خوانق ى.ر ومكثفات . والخوانق التى تستعمل فى تلك المرشحات تكون مقاومتها صغيرة ومحاثتها منخفضة ، وذلك ليظهر تأثيرها عند الترددات المرتفعة ولا يظهر لها تأثير عند تردد تيار المنبع وهو ٥٠ ذ/ث .

يوضع غالباً بين منبع التيار ووحدة التغذية مرشح مكون من خانق ومكثفات . وفائدة هذا المرشح هو منع الشوشرة الموجودة فى المنبع من الدخول إلى دائرة جهاز التليفزيون . ومن جهة أخرى يمنع هذا المرشح نبضات التزامن الأفقى والرأسى مثلا الموجودة فى الجهاز من الخروج إلى منبع التيار .

توصيل الفتايل على التوالى يثير مشكلة تجنب « طنين Hum » المنبع . ففى

الصمام توضع الفتيلة داخل مهبط أسطوانى صغير ، ويوجد بين الأثنين سعة طفيلية لا يمكن اهمالها . ونحن نعرف أن مهبط الصمام عموماً يكون له جهد متعادل خالى من التغيرات . والفتايل الموصلة على التوالى يكون لها طرفين ، أحدهما موصل إلى المنبع والآخر موصل بالشاسيه (الأرض) . فإذا أخذنا فتيلة قريبة من الطرف الموصل بالمنبع ، نجد أن عليها جهد قريب من ضغط المنبع (٢٢٠ ف) ، يتغير بين الزائد والناقص بمعدل تردد المنبع ، وهو ٥٠ ذ / ث . وهذا يخلق احتمال انتقال هذا التغير — ولو بصورة مصغرة — من الفتيلة إلى المهبط عن طريق السعة الطفيلية ، ممايتنج عنه تعديل المهبط بطنين المنبع .

إذا حدث تعديل طنين المنبع الذى لا يمكن تلافيه فى المكان الغير صحيح ، فيمكن أن يفصح عن نفسه كطنين فى الصوت يصدر من سماعة الجهاز . أو قد يظهر فى الصورة على هيئة خط أفقى عريض مظلم يتحرك ببطء على الشاشة ، أو كإزاحة جانبية متعرجة بسيطة للصورة ، أو ما شابه ذلك . كما يمكن كذلك أن يسبب أشكال معينة لعدم الأستقرار الكهربى فى الجهاز .

ولتفادى هذا ما أمكن ، توصل فتايل الصمامات الأكثر قابلية للتأثر بخطر الطنين فى الطرف القريب من الشاسيه . والصمامات الأكثر قابلية للتأثر بالطنين هى الصمامات الخاصة بمنتخب القنوات ودوائر الانحراف وكاشف الصوت .

توصيل أحد أطراف دائرة الفتايل إلى الشاسيه يعنى أن الشاسيه وجميع الأجزاء المعدنية داخل الجهاز موصلة إلى أحد جوانب المنبع . وأحد جوانب المنبع متعادل دائماً ، بينما الجانب الآخر عليه حوالى ٢٢٠ ف بالنسبة للأرض . ولكن فى التوصيلات المنزليـــة لا نعرف عادة أى جانب هو المتعادل وأى جانب هو الخطر الذى عليه الضغط . وهنا يوجد احتمال متساوى لتوصيل الشاسيه بجانب المنبع المتعادل أو بالجانب الذى عليه الضغط . وهذا لا يؤثر بأى شىء على تشغيل الجهاز طالما الغطاء الخلفى والغطاء السفلى تجعل الشاسيه والأجزاء المعدنية — المحتمل وجود ضغط عليها — بعيدة

عن متناول اليد أثناء التشغيل . ويجب مراعاة عدم لمس الشاسيه أثناء التشغيل تفادياً لصعقة التيار الكهربى !

٨/١٢ مثال عملي لوحدة تغذية بدون محول :

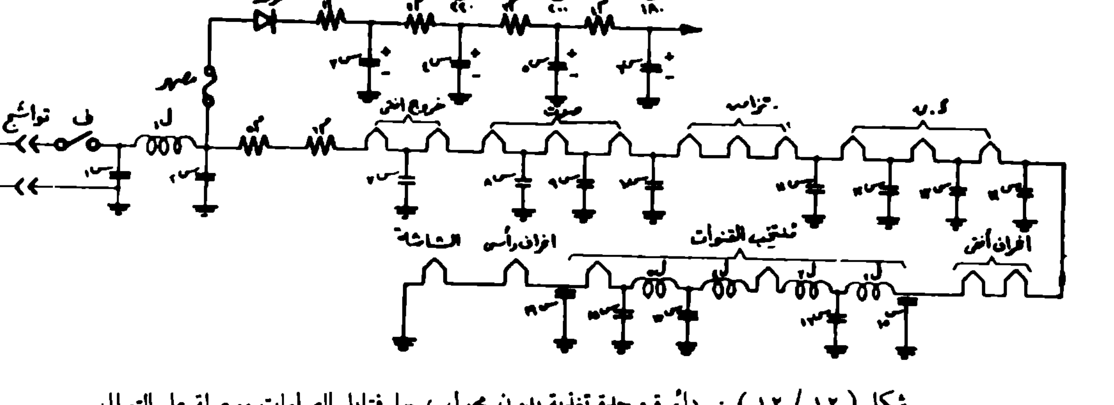
شكل (١٢ / ١٢) به رسم لدائرة وحدة تغذية بدون محول بها فتايل الصمامات موصلة على التوالى . ويغذى جهاز التليفزيون مباشرة من منبع التيار المتغير . ويستخدم موحد سيليكون لتوحيد الضغط الموجب اللازم لألواح الصمامات . وقد وضعت المقاومة م١ فى دائرة الضغط الموجب لتحد من شدة اندفاع التيار لحظة توصيل التيار إلى الجهاز . هذا بالإضافة إلى حماية دائرة الضغط الموجب بواسطة مُصهر .

يلى فيشة الجهاز تواشج لحماية وقطع التيار عند فتح الغطاء الخلفى . ويوجد مفتاح لتوصيل وقطع التيار عن الجهاز . ثم يوجد مرشح مكون من خانق ل١ ومكثفين س١ وس٢ وذلك لمنع الشوشرة التى بالمنبع من الدخول إلى دائرة الجهاز وبالعكس ، أى منع نبضات التزامن الأفقى والرأسى مثلا التى بالجهاز من الخروج إلى المنبع .

يُنعَّم التيار الموحد الخارج من موحد السيليكون بواسطة مرشحات م س، تتكون من المقاومات م٢ وم٣ وم٤ ومن المكثفات الكيماوية س٤ وس٥ وس٦ . ونحصل من نقط مختلفة بمرشحات التنعيم على الضغوط الموجبة المطلوبة (٢٢٠ — ٢٠٠ — ١٨٠ ف) .

فتايل الصمامات موصلة على التوالى مع بعضها بالإضافة إلى مقاومتين م٥ وم٦ . المقاومة م٥ عبارة عن مقاومة هبوط ضغط لانقاص الضغط إلى القيمة اللازمة لتسخين الفتايل . أما المقاومة م٦ فهى مقاومة ذات مُعامل حرارى سالب لحماية الدائرة من اندفاع التيار عند بدء توصيل الجهاز إلى المنبع :

لمنع تأثير بعض الصمامات على بعضها، يتم تغذية فتايلها عن طريق خوانق وتوصيلها بمكثفات تمرير . وهذه الطريقة تمنع مرور الترددات العالية بين فتايل الصمامات ، بينما لا تؤثر على تيار تسخين الفتايل .



شكل (١٢ / ١٢) : دائرة وحدة تغذية بدون محول ، بها فتايل الصمامات موصلة على التوالى .

ملخص (١٢)

١ — عمل وحدة التغذية فى جهاز التليفزيون هو توليد الضغوط الكهربية اللازمة لألواح الصمامات ولشبكاتها الحاجبة ، وكذلك توليد التيار اللازم لتسخين فتايل للصمامات .

٢ — تستخدم فى وحدة التغذية موحدات أنواعها : موحد صمام ثنائى ، موحد أكسيد نحاس أو سيلينيوم ، موحد جرمانيوم أو سيليكون .

٣ — الصمامات الموجودة بقسم ى.ر فى جهاز التليفزيون ، بالإضافة إلى كل أو بعض صمامات قسم ى.ن الصورة ، تحتاج عادة إلى خوانق أو مكثفات تمرير لمنع أى ترددات عالية موجودة بهذه الصمامات من التأثير على بعضها أو على الدوائر الأخرى ، كما تمنع تأثير الدوائر الأخرى عليها .

٤ — المرشح الموجود بوحدة التغذية المكون من خانق أو مقاومة ومكثفات يقوم بترشيح الضغط الموجب وتنعيمه وتخليصه من التموجات . والنقص فى عملية الترشيح هذه يمكن أن ينتج عنها طنين فى الصوت وتشويه فى الصورة .

٥ — موحد السيلينيوم له كفاءة وتحمل للتيار أكبر من موحد أوكسيد النحاس لنفس الحجم الطبيعى . ويمتاز موحد السيلينيوم عن موحد الصمام بالانخفاض النسبى لهبوط الضغط الداخلى عند تيار الخروج المقنن .

٦ — موحدات السيليكون والجرمانيوم لها مقاومات أمامية أقل ، ومقاومات خلفية أعلى مما لموحد السيلينيوم أو لموحد الصمام . لذلك تفقد فى هذه الموحدات قدرة أقل عند مرور التيار ، كما يقل تسرب التيار خلال دورة عدم التوصيل مما يزيد فى كفاءة التوحيد . وكذلك يمتاز موحد السيليكون عن موحد السيلينيوم بتحمله لضغوط كهربية أعلى ، وبصغر حجمه .

٧ – توجد وحدات تغذية لها محول قدرة ، وأخرى بدونه . ويمكن تقسيم دوائر وحدات التغذية التى بدون محول قدرة إلى الأنواع الآتية : موحد نصف موجة ، موحد نصف موجة مضاعف ضغط ، موحد موجة كاملة مضاعف ضغط .

٨ – فى حالة توصيل فتايل الصمامات على التوازى ، تأخذ الضغط اللازم لها وهو ٦,٣ ف من أطراف خاصة بها على محول القدرة .

٩ – فى حالة عدم وجود محول قدرة ، توصل الفتايل على التوالى مع ضغط المنبع بعد وضع مقاومة ملائمة فى الدائرة لامتصاص الضغط الزائد عن حاجة الفتايل . وعادة يكون تيار التسخين ٣٠٠ مللى أمبير .

١٠ – عدم استخدام محول قدرة فى جهاز التليفزيون يوفر فى تكاليف الجهاز وفى استهلاك الطاقة وفى المساحة اللازمة للتركيب ، كما يقلل وزن الجهاز ويقلل مقدار الحرارة المشتتة داخل الجهاز .

١١ – يوصل على التوالى مع فتايل الصمامات ذات المعامل الحرارى الموجب مقاومة هبوط ضغط ذات معامل حرارى سالب ، وذلك للحد من شدة اندفاع التيار عند توصيل الفتايل وهى باردة إلى المنبع .

١٢ – لتفادى حدوث طنين ما أمكن فى حالة فتايل التوالى ، توصل فتايل الصمامات الأكثر قابلية للتأثر بخطر الطنين فى الطرف القريب من الشاسيه . والصمامات الأكثر قابلية للتأثر بالطنين هى الصمامات الخاصة بمنتخب القنوات ودوائر الانحراف وكاشف الصوت .

أسئلة (١٢)

١ – ما هو عمل وحدة التغذية فى جهاز التليفزيون ؟

٢ – ما أنواع الموحدات التى تستخدم فى وحدة التغذية بجهاز التليفزيون ؟

٣ – ارسم دائرة وحدة تغذية لموحد موجة كاملة يستخدم صمام ثنائى مزدوج مفرغ ، واشرح طريقة عملها .

٤ – أى نوع من الموحدات يحتاج إلى ترشيح أكثر ، موحد نصف موجة أم موحد موجة كاملة ؟ ولماذا ؟

٥ – ماذا يمكن أن ينتج عن عدم كفاية ترشيح الضغط الموجب المتولد من وحدة التغذية ؟

٦ – بماذا يمتاز موحد السيلينيوم عن كل من موحد أكسيد النحاس وموحد الصمام ؟

٧ – مما يتركب موحد السيلينيوم وكيف يصنع ؟

٨ – ما هى طريقة عمل موحد السيلينيوم ؟

٩ – ارسم دائرة موحد سيلينيوم نصف موجة مع الشرح .

١٠ – ما هو تركيب موحدات السيليكون والجرمانيوم ؟ وبماذا تمتاز ؟

١١ – ارسم دائرة موحد سيليكون نصف موجة مضاعف ضغط ، واشرح طريقة عملها .

١٢ – اشرح دائرة موحد سيليكون موجة كاملة مضاعف ضغط مستعيناً بالرسم.

١٣ – لماذا لا يمكن توصيل الفتايل على التوازى إلا فى حالة وجود محول قدرة ؟ وما هو الضغط اللازم لها ؟

١٤ – كيف توصل الفتايل فى حالة عدم وجود محول قدرة ؟ وما مقدار تيار التسخين اللازم لها ؟

١٥ – ارسم شكل يبين طريقة توصيل فتايل الصمامات على التوازى ، مع شرح طرق فك التقارن .

١٦ – ماذا يؤخذ على توصيل فتايل الصمامات على التوالى ؟ وكيف أمكن التغلب على ذلك ؟

١٧ – ما هى الطريقة المتبعة للحد من شدة اندفاع التيار عند توصيل فتايل التوالى وهى باردة إلى المنبع ؟

١٨ – كيف يمكن تفادى حدوث طنين فى حالة فتايل الصمامات الموصلة على التوالى ؟

١٩ – ماطريقة منع حدوث تأثير الصمامات على بعضها عن طريق دائرة فتايل التوالى؟

٢٠ – ارسم دائرة عملية لوحدة تغذية كاملة بدون محول ، مبيناً طريقة توصيل الفتايل ، مع الشرح .

الباب ١٣

أجهزة القياس وطرق ضبط التليفزيون

يقسم هذا الباب إلى جزئين رئيسين هما :

(أ) أجهزة القياس .

(ب) طرق ضبط جهاز التليفزيون :

وسنبدأ بشرح أجهزة القياس أولا للتمكن من فهم طريقة عملها وكيفية استعمالها ، وذلك قبل أن نستخدمها فى عمليات ضبط جهاز التليفزيون .

(أ) أجهزة القياس :

يحتاج فنى التليفزيون إلى معرفة كيف يستخدم أجهزة القياس بطريقة سليمة ، بالإضافة أساساً إلى معرفته الجيدة لدوائر التليفزيون وفهمه لطرق عملها . وأجهزة القياس الخاصة بالتليفزيون متعددة ومختلفة الأنواع . ومن الضرورى أن تكون لدى فنى التليفزيون المقدرة على توصيل أجهزة القياس إلى جهاز التليفزيون ، وضبط وسائل التحكم بها ، وتفسير ما تبينه . ولا يمكن أن يوجد اليوم فنى تليفزيون ناجح دون أن تكون له معرفة كافية بأجهزة القيـــاس .

سنتكلم فى هذا الجزء عن أهم أجهزة القياس المستخدمة فيما يختص بجهاز التليفزيون . وأجهزة القياس التى سنتناولها بالشرح هى :

- جهاز القياس العام .
- فولتمتر الصمام (V T V M)
- مولد الإشارة Signal Generator
- مولد الاكتساح Sweep Generator
- مولد العلامة Marker Generator
- الراسم الكهربى Oscilloscope
- مولد النموذج Pattern Generator

١/١٣ جهاز القياس العام (فولت - أمبير - أوم) :

فى أى مجال للأعمال الكهربية والإلكترونية ، نحتاج عادة إلى جهاز قياس عام ، لقياس الضغط والتيار والمقاومة . وشكل (١/١٣) به رسم لمثل هذا الجهاز الصغير الحجم الذى يمكن حمله بسهولة . وأقل شروط يجب توافرها فى جهاز القياس العام الذى يستخدم فى صيانة التليفزيون هى أن يكون له على الأقل عدد ثلاثة مدى لقياس الأوم ، وعدد مدى مساوى لقياس ضغوط التيار المتغير والتيار المستمر . وعلى التيار المستمر ، يجب أن تكون حساسيته على الأقل ٢٠٠٠٠ أوم للفولت . وعند اختيار جهاز القياس يجب التأكد من أن له وسيلة جيدة لحمايته فى حالة زيادة الحمل حتى لا يتلف نتيجة لذلك .

يجب اتخاذ احتياطات معينة عند استخدام جهاز القياس لحمايته من التلف وللحصول على قراءات دقيقة . فمن الضرورى اختيار مدى القياس الصحيح لحماية ملف التحريك من الاحتراق وحماية المؤشر من التحطم . ، هذا بالإضافة إلى أن مدى القياس الصحيح يعطى دقة قياس أفضل ، وخاصة فى حالة قياس الأوم .

فى حالة قياس المقاومة يجب التأكد من ضبط المؤشر على الصفر قبل البدء فى عملية القياس . كما يجب قبل قياس أى مقاومة فى دائرة التأكد من أن الدائرة ليس بها قدرة أو شحنة كهربية ، حتى لا يتعرض جهاز القياس للتلف .

أى فولتمتر – بصرف النظر عن حساسيته – يعطى قراءة دقيقة عند توصيله مباشرة بمصدر مقاومته صغيرة ، مثل بطارية . أما عندما تكون مقاومة المصدر كبيرة ، فتتأثر القراءة كثيراً بمقدار حساسية الجهاز . فإذا استخدمنا جهاز قياس مقاومته صغيرة ، ينتج عن ذلك خطأ كبير فى القراءة التى نحصل عليها . وهذا لأن مقاومة جهاز القياس الصغيرة تتسبب فى سحب تيار قياس أكبر ، فتحمل الدائرة المراد قياسها .

شكل (١/١٣) : رسم جهاز قياس عام .

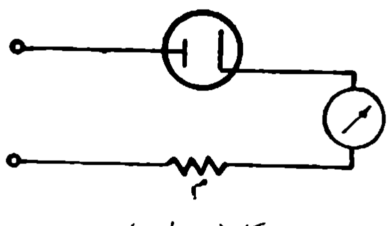
للحصول على قراءة دقيقة يجب ألا نسمح لجهاز القياس بتحميل الدائرة المراد قياسها ، وألا نخل بظروف الضغط والتيار فيها . لذلك يجب أن تكون حساسية جهاز القياس عالية . وكلما كانت نسبة مقاومة جهاز القياس إلى المقاومة التى نقيس عليها الضغط كبيرة ، كلما قربنا من القراءة الصحيحة للقياس .

عرفنا أن قياس هبوط الضغط على مقاومة عالية يتطلب استخدام جهاز قياس له حساسية عالية . والحساسية العالية تتضمن مقاومة دخول عالية . ولكن حساسية الجزء المتحرك من جهاز القياس تحد من مقاومة الدخول . ومع ذلك ، فيمكن زيادة مقاومة دخول جهاز القياس باستخدام دائرة صمام . وهذا ما حدث فى فولمتر الصمام .

٢/١٣ فولتمتر الصمام (V T V M) :

فولتمتر الصمام عبارة عن جهاز لقياس الضغوط المتغيرة والمستمرة والمقاومات ، كما يمكنه كذلك قياس التيار . هذا وإضافة « مجسات Probes » ملائمة إلى فولتمتر الصمام تمكنه من قياس ضغوط قيمتها تصل إلى ٣٠ كيلو فولت ، وكذلك قياس ضغوط ترددها يصل إلى عدة مئات ميجا ذ/ث .

فى بادئ الأمر كان فولتمتر الصمام يستخدم صماماً ثنائياً ، كما فى شكل (١٣ / ٢) . أما الآن فيستخدم صماماً ثلاثياً ، لأن الصمام الثلاثى يساعد على التكبير وبذلك يزيد من حساسية الجهاز . ويتصل على التوالى مع الصمام مللى أمبيرومتر تيار مستمر يستجيب لمتوسط قيم تيار لوح الصمام . وعلى ذلك تتضح أهمية الشكل الموجى للضغط المقاس ، لأن نسبة قيمة متوسط الضغط إلى قيمته القصوى تتغير بتغير الشكل الموجى . وغالباً ما نقابل فى الراديو موجات على شكل موجة جيبية ، لذلك فأغلب فولتمترات الصمام معيّرة للعمل على ضغط دخول جيبى .



شكل (١٣ / ٢)
نوع بسيط من فولتمتر الصمام يستخدم صماماً ثنائياً

يقيس فولتمتر الصمام الضغوط المستمرة بتسليط الضغط – باستقطاب صحيح – مباشرة على شبكة صمام تكبير التيار المستمر . وتقاس الضغوط المتغيرة بأن توحد ثم تسلط على شبكة صمام التكبير .

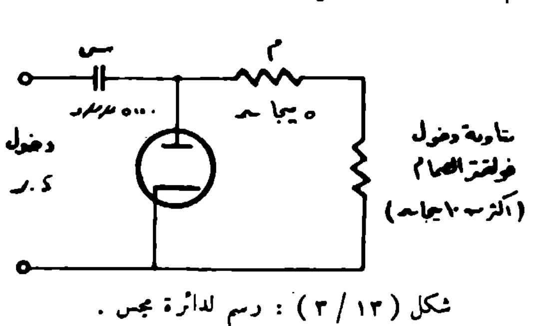
أى نوع من أطراف التوصيل بين جهاز القياس ونقطة القياس يكون صالحاً للعمل فى حالة الضغوط ذات الترددات المنخفضة . أما فى حالة الضغوط ذات الترددات العالية ، نجد أن دقة القياسات تقل . ويرجع سبب ذلك أساساً إلى تأثير سعة التوازى ومحاثة التوالى لأطراف التوصيل العادية على الدائرة التى تحت القياس .

دقة قياس الضغوط فى أى دائرة تتطلب ألا يغير جهاز القياس تشغيل الدائرة بأى وسيلة عند توصيله بها . وأجهزة قياس الضغط العادية ذات المقاومة المنخفضة نسبياً تؤثر على الدائرة ، لدرجة أن القراءات التى نحصل عليها تكون عديمة المعنى . أما فولتمتر الصمام فيؤثر على الدائرة بدرجة بسيطة، لأن معاوقة دخوله يمكن أن تصل إلى ١٠ ميجا أوم أو أكثر فى حالة الضغوط المستمرة أو الضغوط ذات الترددات المنخفضة .

فى حالة قياس الضغوط ذات الترددات المرتفعة بواسطة فولتمتر الصمام نحصل على قراءات غير دقيقة بسبب سعة توازى أطراف التوصيل العادية . ولتفادى ذلك يحتاج فولتمتر الصمام إلى محس له معاوقة دخول كبيرة وسعة توازى صغيرة جداً . ودوائر التردد العالى حساسة جداً لزيادة السعة ، لأن هذه الدوائر يوجد بها عادة سعة صغيرة . وعليه فإضافة أى سعة صغيرة إلى الدائرة تغير ظروف تشغيلها .

يستخدم فولتمتر الصمام مجساً خاصاً لكى يلائم الاستعمال للترددات العالية . فبدلا من استخدام زوج من أطراف التوصيل العادية لتوصيل الضغط المطلوب قياسه إلى فولتمتر الصمام ليتم توحيـــده هناك ، يستخدم مجس خاص به موحد . وبذلك يوحد الضغط المتغير ذو التردد العالى إلى ضغط مستمر مباشرة عند منبعه . ثم بعد ذلك ينقل الضغط المستمر إلى فولتمتر الصمام نفسه، بواسطة أطراف توصيل ملائمة الطول ، حيث يقاس كأى ضغط مستمر آخر .

شكل (٣/١٣) به رسم لدائرة مجس . ويجب أن يكون الصمام الثنائى من من النوع الصغير ومصمم خصيصـــاً لاستعمالات الترددات العالية . ويمكن كذلك أن تستخـــدم مجسات التردد العالى موحد بللورى جرمانيوم بدلا من



شكل (٣ / ١٣) : رسم لدائرة مجس .

الصمام الموحد . وفى الموحد البللورى هذا نجد أن السعة بين المهبط واللوح تكون ٣ $\mu\mu$ فاراد فقط . وهذا أحسن بالمقارنة بأى صمام ثنائى صغير . كما أن المجس البللورى أسهل من حيث التركيب، لأنه لا يحتاج إلى ضغط فتيلة أو غيره مثل ما يحتاج الصمام . ولهذا نجد أغلب المجسات من النوع البللورى : انظر شكل (٣٣ / ٤) .



شكل (١٣/٤) : رسم لمجس .

عند استخدام فولتمتر الصمام يراعى الآتى :

- لا تقس مقاومة فى دائرة بها ضغوط .
- عند عدم التأكد من مقدار الضغط المطلوب قياسه ، ابدأ دائماً بضبط الجهاز على أعلى مدى للقياس .
- راجع ضبط الصفر والأوم بصفة دورية :
- عند قياس الضغوط العالية ، ضع إحدى يديك فى جيبك ، وامسك مجس الضغط العالى باليد الأخرى بطريقة سليمة خلف الحاجز الواقى للمجس .
- اترك الجهاز ليسخن فترة كافية قبل استخدامه فى القياس .

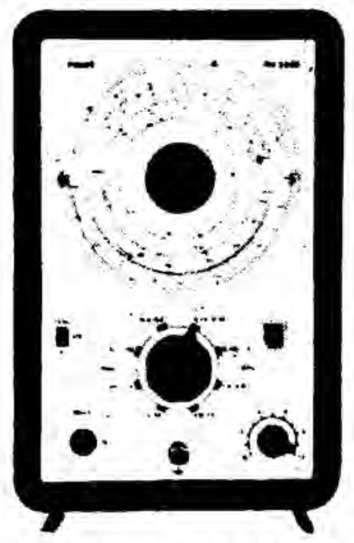
٣/١٣ مولد الإشارة Signal Generator :

رغم أنه توجد بجهاز التليفزيون دوائر تنغيم لها حزمات تردد واسعة ، إلا أن جهاز مولد إشارات تعديل الاتساع المألوف يجد له استعمالا فى التليفزيون فمثلا بعض دوائر ى.ن مفردة التنغيم تضبط على القمة بواسطة مولد الإشارة . وهذا يكون صحيحاً بالذات لمصايد الموجات . كما أن مولد الإشارة الذى يولد تردداً واحداً فى وقت واحد يستخدم كذلك لنقط « العلام Marking » كما سنشرح عند الكلام على « مولد العـلامة Marker Generator » .

ويستخدم مولد الإشارة لاختبار المولد المحلى فى جهاز التليفزيون . هذا ، وفى حالات الضرورة عند عدم توافر مولد إشارة عريض الحزمة ، يمكن استخدام مولد إشارة التردد المفرد فى ضبط وتنغيم جهاز التليفزيون .

ومولد إشارة تعديل الاتساع — مهما كان مدى تردده — يتركب أساساً من مذبذب ى.ر يمكن لتردد خروجه أن يتغير على مدى معين . ونحصل على إشارة الخروج هذه كما هى غير معدّلة ، كما يمكن تعديلها بإشارة صوتية منخفضة التردد لنحصل على إشارة معدّلة .

الحصول على تعديل الاتساع هذا يتطلب أن يحتوى مولد الإشارة كذلك على مذبذب تردد صوتى يعمل عند تردد حوالى ٤٠٠ ذ / ث . وجهاز مولد الإشارة معد بطريقة تمكن من الحصول على إشارة معدلة أو إشارة غير معدلة حسب الطلب بواسطة مفتاح خاص بذلك . كما يمكن الحصول على الإشارة الصوتية ٤٠٠ ذ / ث عن طريق « مقبس Jack » يوجد على واجهة مولد الإشارة ، وذلك للاختبار المباشر لقسم الصوت بجهاز التليفزيون .



شكل (٥/١٣) : جهاز مولد إشارة .

شكل (١٣ / ٥) يبين واجهة جهاز مولد إشارة . وظاهر أنه توجد عدة مقاييس كل منها لمدى ترددات مختلف يتحرك أمامها مؤشر يبين التردد المضبوط عليه الجهاز حسب المدى الذى نختاره . ويمكن اختيار أى مدى للترددات بواسطة مفتاح خاص . وبقية المفاتيح ومخارج الإشارات موضحة على الشكل (١٣ / ٥) .

١٣/ ٤ مولد الاكتساح Sweep Generator :

كان فولتمتر الصمام ومولد الإشارة هي الأجهزة الشائعة في صيانة الراديو . ولكن بعد انتشار استعمال موجات تعديل التردد والتليفزيون ، وجد فني الإصلاح أن أجهزة القياس الأساسية التي يستخدمها يجب أن تزيد لتشمل جهاز مولد الاكتساح و « الراسم الكهربي Oscilloscope » :

سبب هذا التغيير ينبع من اتساع مدى الترددات لإشارات تعديل التردد والتليفزيون ، هذا بالإضافة إلى اختلاف أنواع منحنيات الاستجابة الناتجة عن تلك الدوائر . فمثلا في جهاز الراديو نجد أن منحنى الاستجابة متماثل لكل دوائر التنغيم ، ويمكن تنغيمه جيداً بأن نغذيه بإشارة مفردة التردد ، ثم نضبط كل دائرة تنغيم عند أقصى استجابة لفولتمتر الصمام .

أما في أجهزة الراديو تعديل التردد فالوضع يختلف بعض الشيء لعدة أسباب . أولا ، لأن إشارة تعديل التردد تشغل عرض حزمة حوالي ٢٠٠ ك ذ/ ث ، أي أوسع بمقدار ٢٠ مرة مما تحتاجه إشارة تعديل الاتساع . وثانياً ، لأن مكبر ى.ن تعديل تردد يستعمل — من وقت لآخر — محولات تنغم على قمتين ، مما يستدعي أن تتم عملية الضبط بطريقة مرئية . وأخيراً ، نجد أن منحنى استجابة كاشف تعديل التردد يكون على شكل الحرف S ، وهذا يتطلب أيضاً أن يكون مرئياً لتحديد ما إذا كانت خطيته سليمة .

أما في أجهزة التليفزيون فعرض حزمة الترددات في مرحلة ى.ر يساوي ٧ ميجاذ/ث ، وفي مرحلة ى.ن حوالي ٤ ميجاذ/ث . أضف إلى ذلك حقيقة أن وضع الموجة الحاملة للصورة والموجة الحاملة للصوت يفصلهما ٥,٥ ميجا ذ/ث ، ويجب أن يتم ذلك بكل عناية . ومن ذلك نرى أهمية استخدام مولد الاكتساح والراسم الكهربي في صيانة أجهزة التليفزيون .

مولد اكتساح التردد يشبه مولد إشارة تعديل الاتساع ، إلا أن مولد الاكتساح يولد حزمة ترددات بدلا من تردد مفرد كما في حالة مولد

الإشارة : فعند ضبط مولد الاكتساح على تردد معين ، يكون هذا هو تردد الوسط ، بينما تتولد حوله حزمة من الترددات أقل وأعلى من تردد الوسط .

فى مولدات الاكتساح القديمة كانت عملية اكتساح التردد تتم بتوصيل مكثف متغير على التوازى مع دائرة التنغيم الرئيسية . وربط محور المكثف المتغير إلى موتور صغير : عندما يدور الموتور يدور معه محور المكثف المتغير ، وهذا يغير السعة على دائرة التنغيم . ولما كانت السعة تحكم التردد ، فإن تردد الخروج يتغير كلما تحرك المكثف المتغير فى دورانه . ومع الزمن تطورت الطرق المستخدمة فى تغيير التردد إلى أفضل . وتوجد فى الوقت الحالى طريقتان شائعتان هما : طريقة « صمام المفاعلة Reactance Tube » ، وطريقة التركيب الكهروميكانيكى المشابه لتركيب السماعة .

طريقة صمام المفاعلة للحصول على تردد الاكتساح (أو تعديل التردد بمعنى آخر) ينبنى على حقيقة أن صمام مفاعلة بالإضافة إلى دائرة كهربية ملائمة يمكن محاكاتهما لسعة أو محاثة . فإذا سلطنا ضغطاً تردده ٥٠ ذ/ث على شبكة مثل هذا الصمام، فإن التيار المار بها سيتغير، جاعلا تأثيره السعوى (أو المحاثى) يتغير بنفس المعدل ٥٠ ذ/ث . وبوضع دائرة صمام المفاعلة على دائرة رنين توازى لمذبذب ، نحصل على تغيير فى التردد .

طريقة التركيب الكهروميكانيكى لتغيير التردد تتم بوضع لوح معدنى بالقرب من ملف مذبذب. وبذلك يتحرك اللوح المعدنى قريباً من الملف وبعيداً عنه : هذه الحركة تغير المحاثة الفعالة لملف المذبذب ، وتبعاً له تغير تردد المذبذب :

شكل (٦/١٣) يبين أحد أنواع مولدات الاكتساح . ويصمم المولد ليعطى إشارة خروج تكتسح مدى ترددات ، ويكرر هذا الاكتساح بمعدل ٥٠ ذ/ ث . فمثلا إذا سلطنا هذا النوع من الإشارة على دخول مرحلة ى.ن الصورة فى جهاز تليفزيون ، ووصلنا راسم كهربى عند الخروج ، فإن النموذج المتولد على شاشة الراسم الكهربى يمثل منحنى استجابة هذه المرحلة .

يتغير مدى الترددات الذى نحصل عليه من مولد اكتساح حسب نوع الجهاز . فبعض الأجهزة مصممة لتغطى فقط مدى ترددات ى.ن الصورة ، مثلا من ٢٠ إلى ٥٠ ميجاذ/ ث. وبعض الأجهزة الأخرى تغطى هذا المدى بالإضافة إلى مدى تردداتى.ر كذلك . ويوجد فى جميع أجهزة مولدات الاكتساح تحكم لضبط عرض الاكتساح يسمح بضبط مدى ترددات الاكتساح عند أى وضع للتردد المركزى . فمثلا إذا ضبطنا التردد المركزى على ٣٥ ميجا ذ/ث ، وضبطنا عرض الاكتساح على ± ٥ ميجا ذ/ث ، نحصل على إشارة خروج تتغير دورياً من ٣٥ — ٥ = ٣٠ ميجا ذ/ث إلى ٣٥ + ٥ = ٤٠ ميجا ذ/ث .

شكل (٦/١٣) : أحد أنواع مولدات الاكتساح .

٥/١٣ مولد العلامة Marker Generator :

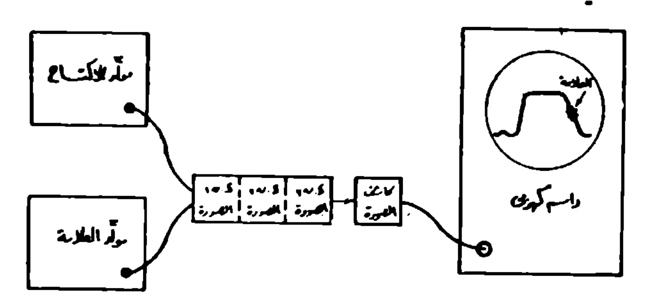
مولد العلامة عبارة عن مولد إشارة دقيق . وهو يستخدم لوضع علامة على منحنى الاستجابة عند أى تردد مطلوب . وهو إما يكون مُضمَّناً داخل مولد اكتساح ، أو يكون كجهاز منفصل قائم بذاته .

فمثلا فى حالة تسليط مولد اكتساح فقط عند دخول مرحلة ى.ن ، وتوصيل راسم كهربى عند خروج كاشف الصورة ، نحصل على منحنى استجابة الدائرة . وقد يكون شكل منحنى الاستجابة هذا دقيقاً ، ولكن لا يوجد ما يبين أين تقع الموجة الحاملة للصورة مثلا . وعليه قد يوجد خلل فى الضبط ،

وقد تكون مصايد الموجات غير منغمة جيداً ، أو ما إلى ذلك . فبالرغم من أننا نعلم أن منحنى الاستجابة يغطى حزمة ترددات معينة . إلا أننا نكون غير متأكدين من مكان وجود تردد بالذات .

أما إذا سلطنا مولد علامة مع مولد الاكتساح عند دخول مرحلة ى.ن ، فيمكنا وضع علامة عند أى تردد . وعند مرور تردد الاكتساح بتردد العلامة ، يتولد تضارب صفرى يظهر كعلامة على منحنى الاستجابة . وهذا ظاهر فى شكل (١٣ / ٧) .

إذا ضبطنا مولد العلامة شكل (١٣ / ٧) على تردد ٣٨,٩ ميجاذ/ث ، تظهر علامة على المنحنى تناظر هذا التردد . ولما كان ذلك هو تردد ى.ن للموجة الحاملة للصورة ، فبإلقاء نظرة على المنحنى يتضح لنا ما إذا كانت مرحلة ى.ن الصورة مضبوطة أم لا ، وذلك بملاحظة وقوع العلامة عند ٥٠٪ حيث يجب أن تكون عادة .



شكل (١٣ / ٧) : توصيل مولد علامة ومولد اكتساح عند دخول ى.ن الصورة ، ويظهر على شاشة الراسم الكهربى منحنى استجابة ى.ن الصورة وعليه العلامة .

يمكنا أيضاً تحديد تردد أى نقطة على المنحنى وذلك بضبط مولد العلامة إلى أن تتحرك العلامة وتقع على النقطة المطلوبة . وبعدئذ نقرأ التردد من على مقياس مولد العلامة ، فيكون هو تردد النقطة .

مولد العلامة يفيد جداً فى تنغيم مصايد الموجات كذلك . وعندما نستخدم معه تعديل اتساع ٤٠٠ ذ/ث ، نحصل على طريقة سهلة لإيجاد التردد المتوسط لاستجابة المميز .

أهم متطلبات مولد العلامة هى الدقة العالية . وهذا ليس من السهل الحصول عليه ، وخاصة عند ترددات ى.ر العالية . ونحتاج إلى أن نعاير مولد العلامة بعناية ، حتى نضمن أن تردد العلامة يقع بالضبط على تردد الموجة الحاملة للصورة وتردد الموجة الحاملة للصوت المطلوبين .

مدى الترددات الذى يغطيه مولد العلامة يجب أن يحوى كل من مدى ى.ن و ى.ر . كما أن مدى تردد بعض مولدات العلامة يمتد إلى ما فوق ذلك وما تحته .

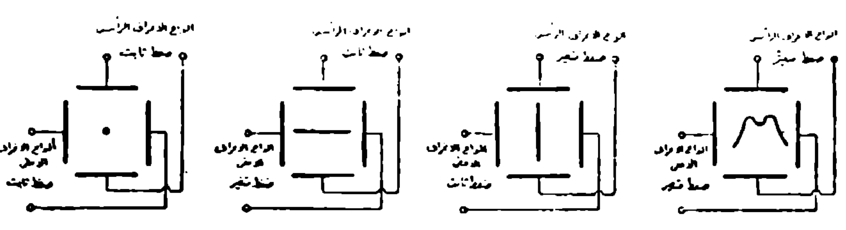
٦/١٣ الراسم الكهربى Oscilloscope :

الراسم الكهربى من أهم الأجهزة لضبط وصيانة جهاز التليفزيون . فبواسطته يمكن مشاهدة الأشكال الموجية لمختلف الضغوط والترددات فى جهاز التليفزيون . وهذا يعطى لفنى الاصلاح وسيلة فعالة ليحدد بسرعة وبدقة ما يجرى فى جميع نقط الدائرة تحت الفحص ، بعيداً عن التخمين .

وأهم جزء فى الراسم الكهربى هو أنبوبة أشعة المهبط ، وهى إلى حد ما تشابه أنبوبة الشاشة التى تكلمنا عليها فيما قبل ، ولكن يتم تحريك الشعاع بها بطريقة كهروستاتيكية بدلا من الطريقة الكهرومغناطيسية المستخدمة فى شاشة التليفزيون . ودائرة أنبوبة أشعة المهبط بها تحكم لضبط « شدة الإضاءة Intensity » وآخر لضبط «تركيز الشعاع Focus » كما فى دائرة أنبوبة الشاشة.

وعملية تحريك الشعاع كهروستاتيكياً تتم كما شرحنا من قبل عند الكلام على أنبوبة الشاشة . فبعد أن يمر شعاع الكهارب من أقطاب التركيز والتعجيل ، يصل إلى زوجين من ألواح الانحراف متعامدة على بعضها . وينحرف شعاع الكهارب رأسياً أو أفقياً نتيجة وجود مجال كهروستاتيكى بين زوج ألواح الانحراف الرأسية أو الأفقية . وشكل (١٣ / ٨) يبين الشكل الذى يظهر على شاشة أنبوبة أشعة المهبط عند تسليط ضغوط مختلفة على ألواح الانحراف الرأسية والأفقية . وفى الشكل أربع حالات مختلفة للتوضيح .

الطبقة الفلوريسنت على وجه أنبوبة أشعة المهبط تولد عادة أثر مضيء لونه أخضر عند اصطدام شعاع الكهارب بها. وذلك بدلا من اللون الأبيض في أنبوبة الشاشة . ووضوح رؤية اللون الأخضر أحسن بكثير تحت ظروف الرؤيا المختلفة . وهذا يساعد على سهولة قراءة الأشكال الموجيّة المركّبة .



شكل (١٣/٨) : عند تسليط ضغوط مختلفة على ألواح الانحراف الرأسية والأفقية لشاشة أنبوبة أشعة المهبط ، تظهر على الشاشة أشكال مختلفة .

« حساسية الانحراف » لأنبوبة أشعة المهبط هي النسبة بين الضغط المسلط على ألواح الانحراف (عادة الرأسية) وبين مقدار انحراف شعاع الكهارب الناشئ عنه ، وتميزها فولت لكل سنتيمتر . فمثلا تحتاج أنبوبة أشعة المهبط إلى تسليط حوالى ١٢ فولت على ألواح الانحراف الرأسي لتحريك نقطة رأسياً على الشاشة مقدار ١ سم . وينطبق هذا الرقم فقط على حساسية انحراف أنبوبة أشعة المهبط نفسها . أما الخبرة التجارية فتعطى حساسية الراسم الكهربى بما فى ذلك كسب المكبر الرأسي . وهذا يمكنا من تقدير شدة إشارة الدخول للراسم الكهربى التى تعطى نموذجاً حجمه ملائم على الشاشة .

عندما نسلط ضغط أسنان منشار خطى له تردد ملائم على ألواح الانحراف الأفقى ، بينما نسلط على ألواح الانحراف الرأسى ضغطاً متغيراً له أى شكل وليكن موجة جيبية ، نحصل على النموذج الموضح بشكل (١٣ / ٩) .

يلاحظ أنه حتى إذا جعلنا تردد ضغط الاكتساح هو بالضبط نفس تردد إشارة الدخول ، فلا نحصل على منحنى دورة كاملة على الشاشة ، لأن ارتداد نقطة الرسم إلى مكان البدء يستوعب جزءاً صغيراً من كل دورة . وآثار

الارتداد تظهر ضعيفة لأن النقطة تتحرك بسرعة كبيرة أثناء ذلك. وإذا كان تردد الإشارة بالضبط يساوى ضعف تردد الاكتساح ، تظهر على الشاشة دورتان .

أما إذا كان تردد الإشارة ثلاثة أو أربعة أضعاف تردد الاكتساح ، تظهر على الشاشة ثلاثة أو أربع دورات ، وهكذا . وفى حالة ما إذا كانت نسبة تردد الإشارة إلى تردد الاكتساح لا تمثل عدداً صحيحاً، نجد أن النموذج يتحرك أفقياً ببطء أو بسرعة حسب مقدار البعد عن العدد الصحيح . فيتحرك ببطء كلما قرب من عدد صحيح ، وتزيد سرعته كلما بعد عن عدد صحيح .

شكل (١٣/٩) : عندما نسلط ضغط أسنان منشار على ألواح الانحراف الأفقية ، بينما نسلط ضغط موجة جيبية على ألواح الانحراف الرأسى ، نحصل على النموذج الموضح .

شكل (١٣ / ١٠) به رسم مربعات لدائرة راسم كهربى . توجد مجموعة مكبرات تتصل بألواح الانحراف الرأسى ، وأخرى مشابهة تتصل بألواح الانحراف الأفقى . ويعتمد عدد المكبرات على نوع الراسم الكهربى ، إذ قد يصل عددها إلى أربعة فى الأنواع الغالية، بينما لا يتعدى عددها اثنين فقط فى الأنواع الرخيصة. بالإضافة إلى هذه المكبرات يوجد مولد اكتساح يتصل بألواح الانحراف الأفقى عن طريق مكبرات الانحراف الأفقى .

شكل (١٣/١٠) : رسم مربعات لدائرة راسم كهربى .

يستخدم الراسم الكهربى فى بيان الشكل الموجى للإشارة . كما يمكن استخدامه لبيان العلاقة بين أى كميتين كهربيتين . هذا ويستخدم الراسم الكهربى كذلك فى قياس قيمة « القمة – للقمة » للضغوط المتغيرة . ويتم ذلك بمقارنة حجم شكل موجى لضغط معلوم ، كما يظهر على الشاشة ، بحجم شكل موجى لضغط مجهول . وهذه الطريقة أدق من استعمال فولتمتر الصمام ، وخاصة عندما يكون الشكل الموجى للإشارة المراد قياسها غير جيبى .

أنواع الراسم الكهربى الموجودة حالياً فى السوق تختلف عن بعضها قليلا لنقص حجم الشاشة . وكلما كبر حجم الشاشة ، يزيد عدد وسائل الضبط الموجودة على واجهة الجهاز ، ولكن العمل الأساسى للجهاز يظل كما هو . والأحجام الشائعة لشاشات الراسم الكهربى هى ٣ و ٥ و ٧ بوصات، ولو أنه توجد أحجام أكبر فى أجهزة بعض المعامل . وميزة حجم الشاشة الكبير أنها تسهل الرؤيا ، كما أن استجابة تردد المكبرات الرأسية والأفقية تكون أحسن فى مثل هذا الجهاز . وحتى الراسم الكهربى الذى حجم شاشته ٣ بوصات يكفى لضبط جهاز التليفزيون. وشكل (١٣ / ١١) به رسم لجهاز الراسم الكهربى .

شكل (١٣ / ١١) : جهاز راسم كهربى .

١٣/ ٧ مولد النموذج Pattern Generator :

عدم توفر إشارة تليفزيونية فى غير وقت الإرسال يعوق فنى الإصلاح من اختبار جهاز التليفزيون على الهواء. سواء أثناء عمليات الإصلاح أو الضبط أو قبل تسليم الجهاز للزبون . ولكن يمكن الاستغناء عن إشارة الإرسال

باستخدام مولد النموذج . بل يستخدم مولد النموذج حتى فى حالة وجود إرسال ، لأنه أكثر ملائمة لاختبار خطية جهاز التليفزيون .

لاختبار الخطية – سواء الأفقية أو الرأسية – نحتاج إلى ظهور صورة ، أو نموذج اختبار (أفضل) ، على الشاشة . ونحصل على نموذج الاختبار من مولد النموذج . ويمكن شرح طريقة عمل مولد النموذج فيما يلى :

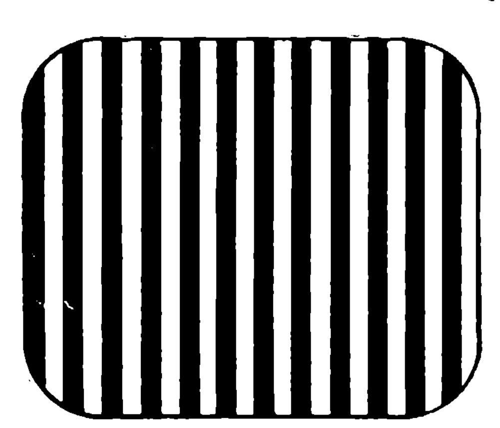
إذا أخذنا مولد إشارة ، ووصلناه على مقاومة حمل كاشف الصورة فى جهاز تليفزيون ، وضبطنا تردد الإشارة على ٥٠ ذ/ث ، نجد أن الشاشة قد انقسمت إلى نصفين علوى وسفلى أحدهما مضئ والآخر مظلم . هذا لأن شعاع الكهارب أثناء رسم الصورة يتحرك من أعلى الشاشة إلى أسفلها فى حوالى $\frac{1}{50}$ من الثانية ، وفى هذه الأثناء تكون إشارة ٥٠ ذ/ ث ذات الشكل الموجى الجيبى المسلطة من المولد قد مرت بدورة كاملة نصفها موجب والآخر سالب . فإذا فرضنا أن نصف الدورة الموجب يكون الأول ، عندئذ يكون نصف الشاشة الأعلى مضئ . وخلال نصف الدورة التالى السالب يقل تيار شعاع الكهارب الواصل إلى الشاشة مع احتمال نقصانه إلى صفر ، مما يجعل الشاشة تظلم خلال هذا النصف .

عندما نرفع تردد مولد الإشارة إلى ٥٠٠ ذ/ ث ، يمر الضغط المتولد منه بمقدار عشر دورات كاملة فى الفترة التى يستغرقها شعاع الكهارب فى التحرك من أعلى الشاشة إلى أسفلها . ومن ثم نرى على شاشة التليفزيون عشر أزواج متتالية من الشرائط الأفقية البيضاء والسوداء ، كما هو موضح بشكل (١٣ / ١٢) .

شكل (١٣ / ١٢) : عشرة أزواج متتالية من الشرائط الأفقية البيضاء والسوداء ، لاختبار الخطية الرأسية .

عموماً نحتاج إلى ظهور حوالى ٢٠ زوج من الشرائط الأفقية البيضاء والسوداء على الشاشة ، ويمكن الحصول عليها برفع تردد مولد الإشارة إلى ١٠٠٠ ذ/ث . وفى هذه الحالة تكون الشرائط غير عريضة ، ويمكن ضبط الخطِّية الرأسية تماماً . ويكون النموذج الذى يظهر على الشاشة ثابتاً ، لأن جزء من الإشارة المسلطة على مقاومة حمل كاشف الصورة نجد طريقه إلى دوائر التزامن فيساعد على استقرار مذبذب الانحراف الرأسى .

لاختبار الخطية الأفقية لجهاز التليفزيون ، نحتاج إلى توليد مجموعة من الشرائط الرأسية على وجه الشاشة كما فى شكل (١٣/١٣) . ويمكن عمل ذلك برفع تردد الإشارة الجيبية المسلطة إلى أن تؤثر فى شعاع الكهارب أثناء رسم خط واحد . ونحن نعرف أن رسم الخطوط يتم بمعدل ١٥٦٢٥ خطاً فى الثانية . ومن ذلك نرى أنه لكى نطفئ أجزاء من خط أثناء تحرك شعاع الكهارب على سطح الشاشة ، يجب أن يكون تردد الإشارة المسلطة أعلى من ١٥٦٢٥ ذ/ث . وتوليد ٢٠ زوجاً من الشرائط الرأسية المنيرة والمظلمة ، يستلزم أن يكون تردد الإشارة المسلطة هو ١٥٦٢٥×٢٠ = ٣١٢٥٠٠ ذ/ث . وعندما يكون تردد الإشارة مضروب عدد صحيح فى ١٥٦٢٥ ، نجد أن الشرائط الرأسية ثابتة على الشاشة ، لأن مذبذب الانحراف الأفقى فى جهاز التليفزيون يتزامن مع الإشارة .

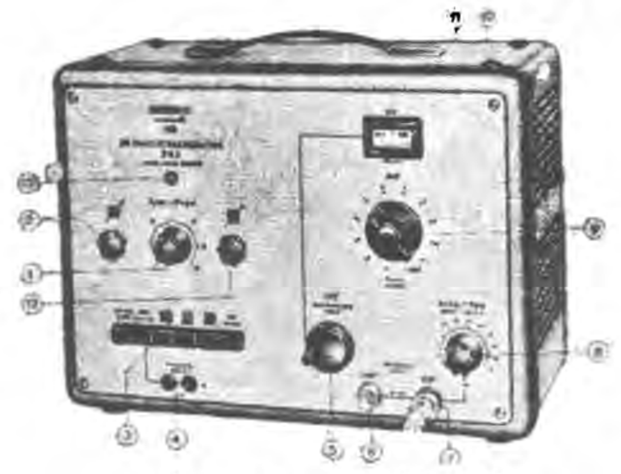


شكل (١٣/١٣) : مجموعة أزواج متتالية من الشرائط الرأسية البيضاء والسوداء ، لاختبار الخطية الأفقية .

يمكن الحصول على نتائج مشابهة إذا ما وصلنا مولد إشارة ذ.ر إلى

أطراف الهوائى عند دخول جهاز تليفزيون ، وضبطنا تردد إشارته على الموجة الحاملة للصورة لأى قناة ، ثم عدلنا الإشارة بتعديل اتساع ، أولا بضغط تردده ١٠٠٠ ذ/ث لاختبار الخطية الرأسية ، وثانياً بضغط تردده ٣١٢٥٠٠ ذ/ث لاختبار الخطية الأفقية . ويمكن تعديل الإشارة بترددات أخرى ، إذا أردنا تغيير عدد الشرائط المتولدة على وجه الشاشة .

ما تقدم يعطينا فكرة عن كيفية توليد شرائط أفقية ورأسية على وجه شاشة التليفزيون ، وعن طريقة عمل مولد النموذج . ونرى فى شكل (١٣/١٤) رسما لمولد النموذج .



شكل (١٣ / ١٤) : جهاز مولد النموذج .

(1) التزامن
(2) ضبط الشرائط الرأسية
(3) الشرائط الرأسية
(4) خروج الڤيديو
(5) تنغيم د ب ع
(6) خروج د ب ع
(7) خروج د ع ح
(8) ضغط الخروج
(9) منتخب القنوات
(10) الغطاء الخلفى
(11) غطاء
(12) ضبط الشرائط الأفقية
(13) لمبة بيان

ويمكن أن يضاف إلى أجهزة القياس السابقة الأجهزة التالية :

– جهاز اختبار العزل : ويمكن الاستفادة به لأن نسبة كبيرة من القطع المعيبة فى جهاز التليفزيون يكون بها عيب فى العزل ، مثال ذلك مكثف به تسرب .

– قنطرة اختبار القطع : وتستخدم فى قياس قيم القطع ، لأن بعض عيوب جهاز التليفزيون تكون بسبب حدوث تغيير فى قيم القطع ، وأساساً قيم المكثفات والمقاومات .
– جهاز اختبار الصمامات : وهو يساعد على التأكد من سلامة اللمبات .

(ب) ضبط جهاز التليفزيون Alignment :

عمليات ضبط جهاز التليفزيون عبارة عن تنغيم دوائر الرنين بمراحل ى.ر و ى.ن فى الجهاز ، وذلك بهدف الآتى : جعل منحنى الاستجابة عريض بما يكفى لتمرير جميع جوانب الإشارة ، وضبط كل دوائر التنغيم على حزمة الترددات الصحيحة .

اتجاه عمليات ضبط جهاز التليفزيون تبدأ بمراحل التنغيم الأقرب إلى السماعة أو الشاشة ثم يتحرك بالتتابع نحو دخول الهوائى .

يعين الصانع ترتيب ضبط مراحل جهاز التليفزيون ، ويجب أن يتبع ذلك بنفس الترتيب . وعلى العموم يعتبر ترتيب عمليات الضبط بالتسلسل التالى ملائماً :

– كاشف الصوت ومرحلة ى.ن الصوت .
– مصايد موجات ى.ن الصورة .
– مرحلة ى.ن الصورة (المحولات والملفات بما فى ذلك محول المازج) .
– مكبر ومازج مرحلة ى.ر .
– ضبط ترددات مذبذب ى.ر .
– مراجعة الاستجابة الكلية لمنحنيات ى.ر و ى.ن على جميع القنوات .

عادة يتم ضبط جهاز التليفزيون فى المصنع ، ولا يهتم أحد بعد ذلك بمراجعة أو إعادة ضبط الجهاز . ولكن سوء مناولة جهاز التليفزيون وعدم العناية به أثناء نقله من مكان لآخر ، يتسبب فى تغيير أوضاع مكثفات الضبط وقلوب الضبط للمحولات والملفات ، مما قد يستدعى إعادة ضبطه مرة أخرى . وكذلك قد تحتاج بعض أجهزة التليفزيون ، وخاصة فى المناطق التى بها إشارة ضعيفة ، إلى إعادة ضبطها بغرض تحسين تشغيلها .

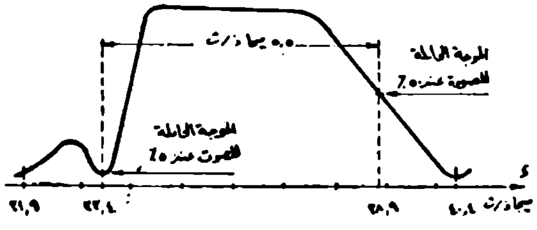
تستخدم طريقتان فى عمليات ضبط جهاز التليفزيون هما :

١ – ضبط القمة Peak Alignment : وطريقة الضبط هذه تحتاج إلى توصيل مولد إشارة عند دخول الدائرة المطلوب ضبطها ، وفولتمتر صمام عند خروجها . وتتم عملية الضبط هذه بضبط مولد الإشارة على تردد معين ، ثم تنغم الدائرة على أقصى أو أدنى قمة ، مستعينين فى ذلك بقراءة فولتمتر الصمام .

٢ – الضبط المرئى Visual Alignment : هذه الطريقة تحتاج إلى توصيل مولد اكتساح عند دخول الدائرة المطلوب ضبطها وراسم كهربى عند خروجها ، ويستخدم منحنى الاستجابة المرئى على شاشة الراسم الكهربى كدليل على صحة كل عملية ضبط . وعندما نغير فى عملية ضبط ، يمكننا مشاهدة التغيرات المناظرة فى الشكل والتردد والاتساع للمنحنى . الملفات المفردة من النوع المستخدم فى التنغيم الخلافى والمحولات ذات الربط السائب تكون استجابتها مفردة القمة . ويمكن ضبطها عادة بطريقة « ضبط القمة » . أما المحولات ذات الربط الزائد والتى لها قمتان ، فتضبط عادة بطريقة « الضبط المرئى » . وطبيعى يمكن استعمال طريقة «الضبط المرئى» لأى نوع من دوائر التنغيم ، سواء كانت استجابته ذات قمة مفردة أو قمة مزدوجة .

٨/١٣ منحنى استجابة ى.ن الصورة :

لسلامة ضبط مرحلة ى.ن ، يهمنا معرفة شكل منحنى استجابة تلك المرحلة . ونجد فى شكل (١٣ / ١٥) رسم لمنحنى استجابة ى.ن . ومنه نرى أن قمة المنحنى مستوية ، وأن الموجة الحاملة للصورة تظهر عند حوالى ٥٠٪ من الميل . أما فى حالة الاستقبـــال الضعيف فيمكن ضبط الموجــة



شكل (١٥/١٣) : رسم لمنحنى استجابة ى.ن .

الحاملة للصورة إلى أعلى عند حوالى ٧٠٪ من الميل ، وذلك لتحسين التزامن . كما يمكن انزال الموجة الحاملة للصورة إلى حوالى ٣٠٪ من الميل دون ضياع التزامن . إذا كان وضع الموجة الحاملة للصورة على ميل المنحنى منخفضاً جداً، تضيع استجابة الترددات المنخفضة، مما ينتج عنه إضعاف الأبيض والأسود، مع إمكان فقد التزامن ورداءة الاطفاء. أما إذا كان وضع الموجة الحاملة للصورة على ميل المنحنى مرتفعاً جداً ، تفقد تفاصيل الصورة . والتغيير فى التنغيم الدقيق للجهاز يحرك وضع الموجة الحاملة للصورة إلى أعلى وأسفل الميل . وذلك لأنه يغير التردد البينى الذى تتحول إليه الموجة الحاملة ، بينما لا يتغير شكل منحنى الاستجابة نفسه ، الذى يتحدد بضبط ملفات ى.ن .

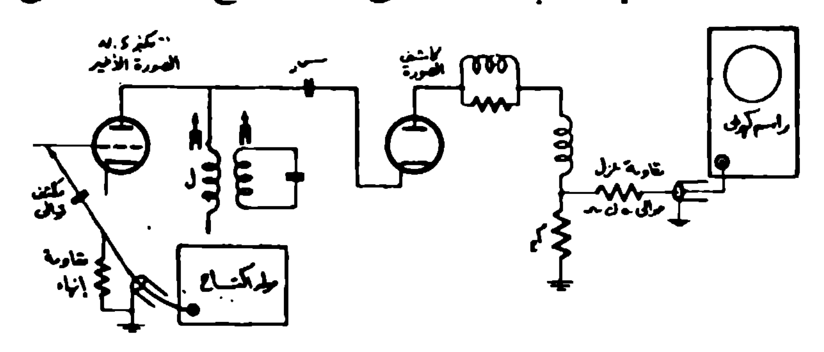
الوضع الصحيح للموجة الحاملة للصوت على ميل المنحنى يكون حوالى ٥٠٪ فى حالة الصوت المشترك (صفر فى حالة الصوت المنفصل) . ووضع الموجة الحاملة للصوت مهم وحرج . فإذا كان هذا الوضع أعلى بكثير من ٥٪ ، فيحتمل ظهور زن فى الصوت ، كما يحتمل ظهور تداخل الصوت على الصورة كذلك . أما إذا كان وضع الموجة الحاملة للصوت على الميل منخفضاً جداً ، فقد يضعف الصوت أو تظهر به شوشرة .

يمكن لمكبرات ى.ن الصورة أن تستخدم مراحل تنغيم خلافى ، أو محولات ربطها زائد أو سائب . ويتكون التنغيم الخلافى بضبط كل من ملفات ومحولات ى.ن على القمة عند ترددات مختلفة . والربط الزائد للمحولات يعطى منحنى استجابة له قمتين ، أما الربط السائب فيعطى قمة واحدة . وبصرف النظر عن الطرق المستخدمة ، فإن منحنى استجابة ى.ن الصورة يتكون من ائتلاف جميع المنحنيات المفردة بما فى ذلك تأثير مصايد الموجات ؛

٩/٣١ توصيل أجهزة الراسم ومولدى الاكتساح والعلامة :

التوصيل الصحيح لأجهزة القياس يسمح بالحصول على نتائج دقيقة . وسنتكلم هنا عن توصيل أجهزة القياس بالدائرة ، مثل مولد الاكتساح ومولد

العلامة والراسم الكهربى . يوضح شكل (١٣ / ١٦) طريقة لتوصيل مولد اكتساح وراسم كهربى بدائرة ى.ن الصورة . وقد يوصل بنهاية كابل توصيل مولد الاكتساح مقاومة تنهيه بما يقرب من الإعاقة المميزة له (١٠٠ أوم هى القيمة الشائعة لتلك المقاومة) . وفائدة استخدام مقاومة الإنهاء هذه هو الآتى : أولا ، منع الاشعاع من الكابل بأن نجهزه بنهاية صحيحة ؛ ثانياً ، كبت الدائرة المتصلة بها لضمان خروج مستوى لجميع ترددات الاكتساح ؛



شكل (١٣ / ١٦) : طريقة لتوصيل مولد اكتساح وراسم كهربى بدائرة ى.ن الصورة .

بالإضافة إلى ذلك يجب توصيل الكابل إلى الدائرة تحت الاختبار والضبط عن طريق مكثف توالى لضمان عدم وصول تيار مستمر إلى مولد الاكتساح. وتعتمد قيمة هذا المكثف على تردد خروج مولد الاكتساح (٥٠٠ µµ فاراد فى حالة ى.ن الصورة) .

أثناء عمليات الضبط ، نوصل عادة الراسم الكهربى إلى نقطة عليها إشارة موحدة . فاستجابة الراسم الكهربى التجارى لا تكفى لترددات ى.ر و ى.ن ولكن الغلاف الموحد لتلك الإشارات ذات تعديل الاتساع يعطى المعلومات المطلوبة . ونقط التوصيل الأكثر شيوعاً هى : على مقاومة حمل كاشف الصورة — على مقاومات حمل كاشف الصوت — على مقاومة شبكة آخر مكبر ى.ن الصوت — على مقاومة شبكة المازج . عند توصيل موحد بللورى فى نهاية كابل الراسم الكهربى ، يمكن استخدامه عند أى نقطة . وباتباع تعليمات الصانع نعرف أين وكيف نوصل الراسم الكهربى .

يجب أن يكون كابل خروج الراسم « مُحجّب Shielded » لمنع الالتقاط واحتمال « الاسترجاع Regeneration » . وتستخدم نهايات خاصة لكابل الراسم عند توصيله على مقاومة حمل كاشف الصورة أو الصوت وذلك للآتى : أولا ، لإبعاد ى.ن عن الكابل مما يقلل الاسترجاع . وثانياً ، لجعل علامة مولد العلامة أكثر حدةً . فيوصل بالكابل إما مقاومة توالى (حوالى ٢٠ ك أوم) ، أو مكثف توازى (حوالى ٥٠٠ µ µ فاراد) :

مفتاح تحكم الكسب الرأسى للراسم الكهربى يجب أن يكون قرب نهايته العظمى طول الوقت . فإذا زاد جداً منحنى الاستجابة أثناء العمل ، نترك كسب الراسم كبيراً كما هو ، ولكن نخفض كسب مولد الاكتساح لنحصل على منحنى الاستجابة المناسب ، وذلك لتفادى متاعب زيادة الحمل .

أهم شرط فى مولد العلامة هو أنه يجب أن يكون دقيقاً . هذا ومن الضرورى ترك مولد العلامة بعد توصيل التيار إليه مدة كافية للتسخين حسب تعليمات الصانع ، وذلك حتى يصل تردده لحالة الاستقرار .

عند استخدام مولد علامة مع مولد إشارة ، يجب أن نحطات كى لا يؤثر مولد العلامة على منحنى الاستجابة أو يغير فى خروج مولد الاكتساح. ويوجد احتمال أكبر لتأثير مولد العلامة على مولد الاكتساح عند توصيلهما إلى نقطة واحدة بالدائرة تحت الاختبار . ويمكن تفادى هذا التأثير بتوصيل مولد العلامة إلى شبكة صمام سابق لنقطة توصيل مولد الاكتساح . أما إذا استدعى الأمر توصيلهما إلى نقطة واحدة ، فيمكن توصيل مقاومة (كربونية) قيمتها حوالى ١٠٠ أوم على التوالى مع كابل مولد العلامة ، وذلك لمنع التأثير . كما يجب أن يكون كابل مولد العلامة محجّب لمنع الاشعاع :

فى حالة توصيل مولد العلامة إلى دائرة بها ضغط انحياز أو أى ضغط موجب ، يجب أن يوصل مع الكابل « مكثف منع Blocking Capacitor » لمنع عمل قصر على التيار المستمر . والقيمة الملائمة لمكثف المنع هذا هى حوالى ٥٠٠ µ µ فاراد عند الترددات البينية .

ض ك أ يغير ضغط انحياز صمامات ى.ر و ى.ن الصورة حسب شدة الإشارة المستقبلة. وأى تغيير فى ضغط انحياز مكبر يغير فى الكسب والاستجابة. وأثناء عمليات الضبط ، لا نريد ما يغير فى منحنى الاستجابة غير عمليات الضبط فقط . لذلك يجب تعطيل ض ك أ (إن وجد) فى جهاز التليفزيون تحت الضبط ، مستعيضين عنه بضغط انحياز يمكن ضبطه على قيمة متوسطة عادية (قيمته حوالى -٣ فولت عادة) .

١٠/١٣ ضبط ى.ن الصورة بطريقة « ضبط القمة » :

يستخدم فى عملية الضبط هذه مولد إشارة وفولتمتر الصمام . وسبب استعمال فولتمتر الصمام هو الرغبة فى عدم تحميل الدائرة تحت القياس ، ولمقدرة فولتمتر الصمام على قياس الضغوط المستمرة الصغيرة لحساسيته الزائدة . يوصل فولتمتر الصمام إلى مقاومة حمل كاشف الصورة ، بينما يوصل مولد الإشارة إلى شبكة آخر مرحلة ى.ن فى بادئ الأمر ، ثم نحرك نقطة توصيله من مرحلة إلى أخرى فى اتجاه المازج إلى أن نصل إلى شبكته . والسبب فى ذلك هو الرغبة فى تلافى أى غلط فى النتائج نتيجة لسوء تنغيم سابق لمراحل ليست تحت الضبط .

فى حالة ما إذا نغمت مرحلة بالخطأ على تردد ى.ن المضبوط لمرحلة تالية ، يحتمل حدوث تذبذب عند تنغيم المرحلة التالية على ترددها المضبوط : وهذه إحدى مآخذ أغلب نظام التنغيم الخلافى لمراحل ى.ن الصورة . عند تنغيم كل من دائرتى الشبكة واللوح على نفس التردد ، تميل تلك المرحلة إلى التذبذب . وفى تلك الحالة تعالج المشكلة باخلال تنغيم المرحلة السابقة بدرجة كافية لإيقاف التذبذب ، ثم نستمر فى عملية الضبط ، وبعد ذلك نعيد بعناية ضبط الدائرة التى أخللنا تنغيمها . مراحل ى.ن الصورة التى تتبع نظام الربط بالمحول تكون أقل تعرضاً لمثل هذه المشكلة .

توجد ملاحظـــة جديرة بالذكر عن ملفات ومحولات ى.ن بالنسبة

إلى « علب الحجب Shield cans » . تنغم عادة ملفات ى.ن من أسفل العلبة، بينما تنغم مصايد الموجات من أعلاها . وفى المحولات يوجد عادة ملف اللوح من أعلى ، ويوجد ملف الشبكة أقرب إلى الشاسيه ، ولكن هذا يختلف باختلاف الصانع

طريقة « ضبط القمة » تلائم نظام التنغيم الخلافى لمراحل ى.ن الصورة أما ضبط المحولات زائدة الربط فى مراحل ى.ن الصورة ، فتلائمه أكثر طريقة « الضبط المرئى » .

الطريقة الملائمة لضبط أى دائرة تذكر عادة فى البيانات التى ينشرها الصانع ، ويجب اتباعها بكل دقة . وسنأخذ المثل التالى لبيان طريقة « ضبط القمة » :

- وصل خروج مولّد الإشارة إلى شبكة آخر مرحلة ى.ن واتبع فى ذلك توصيل طرف أرض كابل مولد الإشارة إلى أقرب نقطة أرض ، ووصل مكثف قيمته ٠,٠٠٥ µ فاراد بين الطرف الحى للكابل ومسمار الشبكة . وتأكد من أن واصلة الأرض جامدة ، وأن الكابل موضوع بعيداً عن المراحل الأخرى .
- عطل عمل ض ك أ (إن وجد) . وذلك بتوصيل بطارية ٣ فولت على دائرة ض ك أ ، بحيث يكون طرفها السالب إلى ض ك أ ، والطرف الموجب إلى الأرض أو الشاسيه .
- خل بتنغيم جميع دوائر مصايد الموجات . وذلك بلف سلك عريان على أطراف مصايد الموجات .
- وصل فولتمتر الصمام على حمل كاشف الصورة . وذلك بتوصيل طرف الأرض الخاص بكابل فولتمتر الصمام إلى أقرب نقطة أرض، وتوصيل الطرف الحى للكابل بالطرف الحى لمقاومة حمل كاشف الصورة . ولتلافى تحميل مقاومة حمل كاشف الصورة ، وصل مقاومة قيمتها من ٠,٥ إلى ١,٠ ميجا أوم على التوالى مع الطرف إلى كابل فولتمتر الصمام .

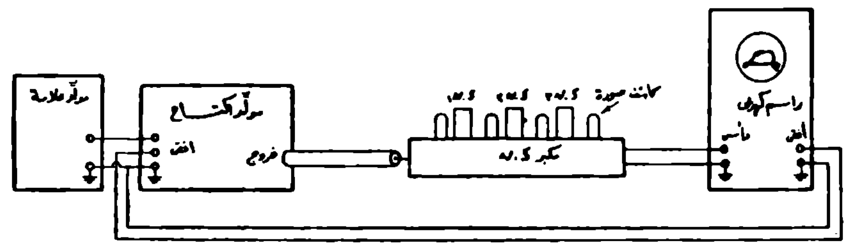
- ضع مولد الإشارة على التردد المطلوب ، واضبط على أقصى خروج ، ونغم ملف ى.ن ، وذلك بتحريك القلب الحديدى للملف ببطء إلى أن يبين فولتمتر الصمام أقصى ضغط .
- وصل كابل مولد الإشارة إلى مرحلة ى.ن القبل الأخيرة ، ونغم ملف ى.ن كما سبق ، ولكن مع تغيير تردد مولد الإشارة حسب المبين بالرسم . ويرعى انقاص خروج مولد الإشارة عندما يميل مؤشر فولتمتر الصمام إلى الخروج خارج المقياس . كما تترك البطارية ، والأسلاك العارية على أطراف مصائد الموجات ، وفولتمتر الصمام فى نفس الموضع أثناء كل العملية .
- كرر عملية الضبط لكل مرحلة حتى يصل كابل مولد الإشارة إلى شبكة المازج .
- راجع ضبط جميع المراحل ، وذلك بأن تترك مولد الإشارة عند شبكة المازج ، وتغير تردد المولد على كل حزمة ترددات ى.ن . يجب أن تظل قراءة فولتمتر الصمام ثابتة . ويلاحظ أنه يمكن أن تتغير قراءة فولتمتر الصمام حتى ٢٠٪ على مدى عرض حزمة ى.ن ، ولكن إذا حدث تغيير أكثر من ذلك ، فيكون معنى هذا وجود خطأ فى عملية الضبط .

١١/١٣ ضبط ى . ن الصورة بطريقة « الضبط المرئى » :

طريقة « الضبط المرئى » هى أبسط وأسرع طريقة لضبط المكبرات ذات حزمة الترددات الواسعة ، إذ تمكن الفنى من رؤية منحنى الاستجابة أثناء عمليات الضبط . ويستخدم فى هذه الطريقة مولد اكتساح وراسم كهربى . وهذه الطريقة تستخدم فى ضبط مراحل ى.ن الصورة التى تستخدم محولات ربط زائد .

لضبط ى.ن الصورة توصل الدائرة كما فى شكل (١٣ / ١٧) : ارفع

صمام المذبذب المحلى لتفادى احتمال تضارب تردده مع تردد الاكتساح ، ووصل الجهاز إلى المنبع . يظهر على شاشة الراسم الكهربى خط أفقى نتيجة



شكل (١٧/١٣): طريقة لتوصيل أجهزة قياس لضبط ى.ن الصورة بطريقة الضبط المرئى .

للإشارة التى يعطيها مولد الاكتساح (يمكن أن يكون هذا الخط حلقة طويلة إذا استخدمنا اكتساح موجة جيبية) . بعد أن يسخن مكبر ى.ن ، يظهر على شاشة الراسم ما يبين ذلك . غير متوسط تردد مولد الاكتساح حتى يظهر الشكل الموجى المتكون فى منتصف أثر الراسم .

ضع عرض الاكتساح على أعلى قيمة (عادة ١٠ ميجا ذ / ث) . وهذا يجعل منحنى الاستجابة الفعلى يظهر ضيقاً . اضبط خروج مولد الاكتساح أولا على أقل قيمة ، ثم ازده حتى يصل إلى أن أى زيادة أكثر تغير الشكل الموجى لمنحنى الاستجابة . عند زيادة حمل مكبرات ى.ن ، لن يصير منحنى استجابتها كما كان تحت الظروف الطبيعية ، ولكنه يميل إلى التفلطح عند القمم .

الخطوة بعد ذلك هى وضع العلامة على منحنى استجابة ى.ن ، وذلك بضبط تردد مولد العلامة حتى تظهر علامة على جزء ما من منحنى الاستجابة . والشكل المضبوط للعلامة يعتمد على نوع مولد العلامة المستخدم . وشكل (١٣ / ١٨) يبين منحنى استجابة ى.ن عليه علامة كما يظهر على شاشة راسم كهربى . وتتم عملية الضبط الفعلية كالآتى :

أولا ضع مولد العلامة على التردد المنخفض ، ولاحظ ما إذا كان ذلك يتمشى مع بيانات الضبط التى يعطيها الصانع . ثم أضبط مولد العلامة على

نصف مستوى الضغط للجانب الأعلى من المنحنى ، كما فى شكل (١٣/١٥) ، ولاحظ التردد . فرق التردد بين القراءتين المأخوذتين لتوهما يكون هو عرض حزمة مراحل ى.ن تقريباً .

لتصحيح عمليات الضبط ، ضع مولد العلامة على أى تردد مطلوب ضبط القمة عنده ، ثم لاحظ المنحنى عند هذه النقطة أثناء عمليات الضبط . ففى حالة مكبرات ى.ن نظام التنغيم الخلافى ، من الأفضل مراجعة ضبط النظام كله أولا . ثم

شكل (١٣ / ١٨) : منحنى استجابة ى.ن عليه علامة كما يظهر على شاشة راسم كهربى .

بعد ذلك يعاد ضبط كل مرحلة بوضع مولد العلامة على تردد المرحلة ، وعمل تنغيم للحصول على أعلى قمة عند تلك النقطة بصرف النظر عن مظهر باقى المنحنى .

بعد ضبط جميع المراحل ، نحصل على المنحنى السليم ، بالرغم من أنه أثناء عمليات الضبط قد يظهر أننا أتلفنا منحنى الاستجابة .

وعند القيام بعمليات القياس يجب مراعاة الآتى : تأكد من سلامة توصيلات الأرض . اطفىء جميع الأجهزة المجاورة التى تصدر عنها ترددات ينتج عنها تداخلات . عطل عمل مصايد الموجات ، وذلك بعمل قِصَر على أطرافها . استخدم مفك معزول لتفادى الأخطاء التى تنجم عن تأثير سعة اليد .

فى حالة ظهور تغيير فى الضبط بمراحل ى.ن تنغيم خلافى ، يكون ذلك عادة بسبب الاسترجاع ، ويمكن تصحيحه فقط بازالة السبب الذى نتج عنه الاسترجاع .

قد يظهر أن مكبرات ى.ن ربط محول لها منحنى ذو قمم غير متساوية ؛ وهذا يبين أن إحدى دائرتى التنغيم غير مضبوطة على التردد المركزى . كما قد تظهر كذلك مشاكل استرجاع فى حالة ى.ن ربط محول ، ولكن بدرجة أقل ، لأن الكسب فى المراحل المفردة يكون أقل بكثير .

إذا ظهر أن نتائج عمليات الضبط غير مرضية بما فيه الكفاية ، فإن ذلك يستلزم مراجعة كل مرحلة على حدة . وغالباً ما يكون الاسترجاع هو السبب فى عدم إمكان القيام بعمليات الضبط على الوجه الأكمل ، مما قد ينتج عنه متاعب أخرى بعد الانتهاء من تركيب الجهاز . لذلك يجب عدم إخراج الجهاز من الورشة إلا بعد التأكد من سلامة ضبطه ، لأن الوقت القليل الزائد اللازم لاتمام العمل على الوجه الأكمل يعوض صاحبه سمعة طيبة ويوفر عليه كثير من المتاعب !

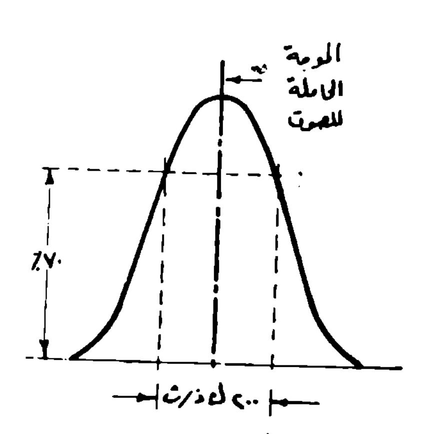
بعد سلامة ضبط عرض حزمة وكسب مراحل ى.ن كما ذكرنا بعاليه ، يتبقى فقط ضبط مصايد الموجات . وقد كنا حريصين فيما سبق على عمل قصر على كل المصايد أو الاخلال بتنغيمها حتى لا تؤثر على منحنى الاستجابة أثناء ضبط ملفات ى.ن . والآن بعد إعادة تشغيل المصايد قد تتسبب فى تلف المنحنى لاحتمال وجود خطأ فى تنغيمها . لذلك من المفضل إعادة ضبط المصايد الواحدة بعد الأخرى .

اضبط مولد العلامة على التردد المفروض أن تعمل عنده المصيدة ، ثم نغم دائرة المصيدة على أقل استجابة عند العلامة . ويظهر ذلك على الراسم الكهربى كما لو كان الهبوط على منحنى الاستجابة يتحرك نحو العلامة التى وضعها مولد العلامة على المنحنى . وعند وصول أعمق نقطة على ذلك الهبوط إلى العلامة ، يكون هذا دليلا على صحة تنغيم المصيدة .

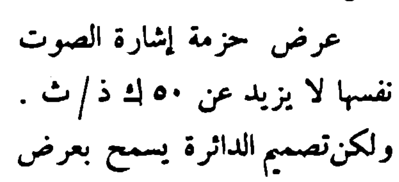
١٢/١٣ منحنى استجابة ى.ن وكاشف الصوت :

يمكن مشاهدة منحنى استجابة ى.ن الصوت ، وذلك بتوصيل مولد اكتساح ومولد علامة عند دخول أول مرحلة ى.ن الصوت ، وتوصيل ر اسم كهربى على شبكة آخر مكبر ى.ن الصوت . عند هذه النقطة نحصل على ضغط موحد يتناسب مع شدة إشارة ى.ن الصوت . وتحدث عملية التوحيد لأن انحياز المرحلة يسبب مرور كهارب من المهبط إلى الشبكة الحاكمة .

شكل (١٣/١٩) يبين رسماً اعتيادياً لمنحنى استجابة ى.ن الصوت . ويمكن أن يتغير شكل هذا المنحنى بعض الشيء حسب نوع الربط المستخدم بين مراحل ى.ن . ويجب أن يكون عرض الحزمة بين نقطتى ٧٠٪ حوالى ٢٠٠ ك ذ/ث . ويجب أن يكون المنحنى متماثلاً حول التردد المركزى (٥,٥ ميجا ذ/ث) ، كما يجب أن يكون له اتساع جيد .



شكل (١٣ / ١٩) : رسم اعتيادى لمنحنى استجابة ى.ن الصوت .



عرض حزمة إشارة الصوت نفسها لا يزيد عن ٥٠ ك ذ/ث . ولكن تصميم الدائرة يسمح بعرض حزمة مقداره ٢٠٠ ك ذ/ث ، وذلك للسماح « بانسياق Drift » تردد مذبذب ى.ر . فإذا لم يوجد هذا السماح ، يترتب عليه انقطاع الصوت عند الانسياق الاعتيادى للمذبذب .

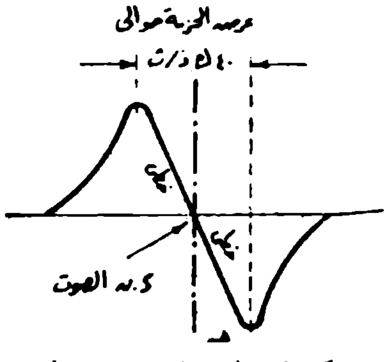
يمكن مشاهدة منحنى استجابة كاشف الصوت (المميز) بأن نوصل مولد الاكتساح ومولد العلامة إلى شبكة صمام ى.ن الصوت الأخير ، كما نوصل راسم كهربى إلى مهبط خروج (غير موصل بالأرض) صمام المميز . عند هذه النقطة نحصل على منحنى الاستجابة المطلوب .

شكل (١٣/٢٠) به رسم لمنحنى استجابة مثالى للمميز : ويجب أن تتوفر فى هذا المنحنى ثلاثة شروط هامة هى :

– يجب أن يكون المنحنى خطى (على هيئة خط مستقيم) على الأقل لمقدار ٢٥ ك ذ/ث على كل جانب من التردد المركزى ، ويفضل أن يكون كل الميل خطى. وإذا لم يتوفر شرط الخطية هذا تكون النتيجة تشويه فى الصوت وشوشرة تعديل اتساع .

– يجب أن يقع مركز الميل عند ى.ن الصوت . ويمكن أن يحدث عدم تماثل فلا يقـع ى.ن الصـوت فى المنتصف ، بل أعلاه أو أسفله .

– يجب ألا يقل عرض الخزمة بين قمتى المنحنى عن حوالى ٢٥٠ك ذ / ث ، ويمكن أن تكون حوالى ٤٠٠ ك ذ/ث. وعنـد ما يكون عرض الخزمة ضيق جداً تكون النتيجة أن انسياق مذبذب ى.ر قد يتسبب فى فقد الصوت ، فى حالة نظام الصوت المنفصل . وقد يمكن ارجاع الصوت بواسطة الضبط الدقيق ، ولكن ربما يكون ذلك على حساب جودة الصورة .



شكل (١٣ / ٢٠) : رسم لمنحنى استجابة مثالى للمميز .

عادة يكون منحنى استجابة كاشف النسبة مشابه لمنحنى استجابة المميز ، ولو أنه فى بعض الدوائر قد يكون ميل الترددات العالية والمنخفضة شديد الانحدار ، ثم يهبط فجأة إلى الصفر بعد القمة مباشرة ؟

إذا وجد خطأ فى التنغيم أو فى أجزاء الدائرة ، نحصل على منحنيات استجابة غير طبيعية ، كما هو مبين فى شكل (١٣ / ٢١) . ويمكن تقسيم الأخطاء التى تؤثر على شكل منحنى الاستجابة إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هى :

أولا : أخطاء فى تنغيم ابتدائى المميز أو فى تنغيم محول ى.ن ؟ وينتج عن ذلك منحنى غير متوازن ، رغم أن تردد الصفر سليم ، كما فى الشكل (١٣ / ٢١ أ ؛ ب) .

ثانياً : أخطاء فى تنغيم ثانوى المميز ، ينتج عنها أن الخروج عند تردد الموجة الحاملة لا يساوى صفر ، كما فى شكل (١٣ / ٢١ حـ ، ى) .

ثالثاً : ميل غير خطى أو ضيق حزمة الترددات — كما فى الشكل (١٣ / ٢١ هـ ، و) — قد يكون بسبب عيب فى رهو المحول أو الربط المباشر أو خطأ فى قيمة Q لدوائر التنغيم . ولا يمكن إصلاح هذه العيوب بواسطة التنغيم ؛ بل يتطلب ذلك تغيير محول المميز التالف .

شكل (١٣ / ٢١) : أخطاء فى منحنيات استجابة كاشف الصوت .

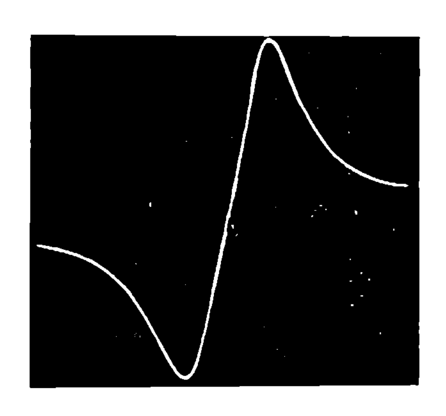
١٣/١٣ الضبط المرئى لكاشف الصوت :

عرفنا كيف نستخدم طريقة الضبط المرئى فى ضبط مراحل ى.ن الصورة ، وذلك باستخدام مولد اكتساح وراسم كهربى . وتستخدم نفس الطريقة لضبط ى.ن الصوت وكاشف الصوت . ولما كان عرض حزمة ترددات القناة الصوتية أقل بكثير من عرض حزمة ترددات قناة ى.ن الصورة ، فإن عرض تردد الاكتساح المطلوب للضبط المرئى للصوت يكون أقل بكثير .

يكفى عرض اكتساح مقداره ٥٠٠ ك ذ/ث لضبط القناة الصوتية . ولاختبار ضبط المميز أو كاشف النسبة ، نوصل خروج مولد الاكتساح إلى شبكة آخر مكبر ى.ن أو المحدد . ونوصل الأطراف الأفقية للراسم الكهربى إلى منبع موجة جيبية من مولد الاكتساح . أما إذا كنا نستخدم اكتساح أسنان

المنشار ، فنحصل على إشارة تزامن للاكتساح الأفقى من المولد . ونوصل طرفى الدخول الرأسى للراسم الكهربى ، طرف إلى الأرض والآخر إلى خروج الكاشف .

نوصل مولد علامة مباشرة عند نفس نقطة مولد الاكتساح . والمنحنى الذى يظهر على شاشة الراسم الكهربى يشبه الموجود بشكل (١٣ / ٢٢) : ننغم مولد العلامة على تردد الموجة الحاملة لمرحلة ى.ن الصوت ، ونلاحظ على الشاشة ما إذا كان ذلك يضع العلامة عند مركز المنحنى .



شكل (١٣/ ٢٢) : منحنى استجابة كاشف الصوت كما يظهر على شاشة راسم كهربى .

إذا ظهرت العلامة بعيداً عن المركز ، اضبط ثانوى المميز أو كاشف النسبة حتى تصل العلامة إلى المركز . وإذا ظهرت العلامة فى المركز ، ولكن لم يكن ميل المنحنى خطى خلال ٤٠ ك ذ / ث على الأقل من المركز ، ننغم ابتدائى المحول لضبط خطية الميل . قد يؤثر ذلك على مركزية العلامة ونحتاج إلى إعادة ضبط الثانوى .

بعد ضبط جزء الميل المستقيم جيداً ، نحرك العلامة على الميل بتغيير تردد مولد العلامة . نحصل على الفرق بين القمتين ، وعلى عرض حزمة جزء الميل المستقيم من المنحنى ، من فرق قراءتى مولد العلامة . يجب أن يكون عرض الحزمة ١٠٠ ك ذ / ث على الأقل ، والفرق بين القمتين ٢٠٠ ك ذ / ث على الأقل .

إذا كانت القمتان قريبتين من بعضهما ، أو ظهر المنحنى غير منتظم جداً متحدياً عمليات الضبط ، فيحتمل حدوث استرجاع فى نظام ى.ن الصوت . وفى تلك الحالة نبعد توصيلات الاختبار عن ى.ن الصوت ، ونراجع كل

توصيلات الأرض ومكثفات التمرير بالدائرة . فإذا لم يظهر الاسترجاع إلا عند نقطة تنغيم معينة فقط على ابتدائى محول الكاشف ، نحل تنغيم ملفات ى.ن السابقة ، لأنها قد تكون مضبوطة خطأ بطريقة تجعلها تولد استرجاعاً ؛

١٤/١٣ طريقة «ضبط القمة» لكاشف الصوت :

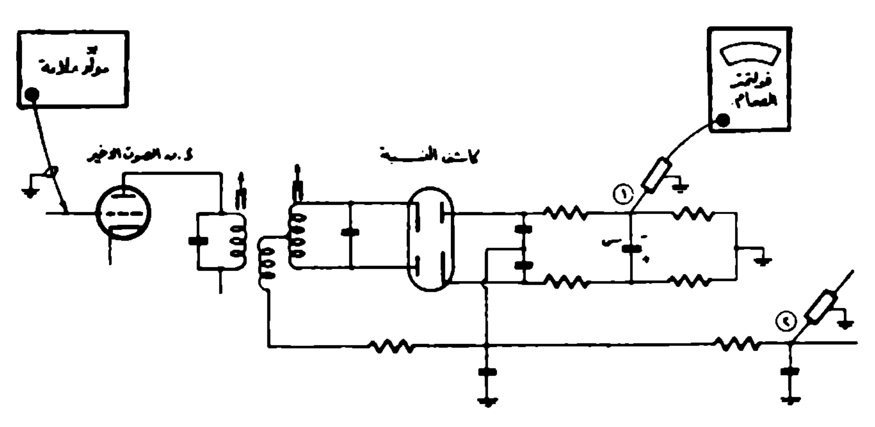
لما كانت إشارة الصوت تتغير نتيجة للتغير فى التردد ، وأن تردد الصوت يعتمد على السرعة التى يتغير بها تردد الموجة الحاملة ، يتولد ضغط مستمر تعتمد قيمته على مقدار الحيود عن المركز أو عن تردد الموجة الحاملة . فإذا كان التردد تحت الموجة الحاملة ، يظهر ضغط مستمر موجب . وعند تردد الموجة الحاملة ، يكون الضغط صفراً . وفوق تردد الموجة الحاملة، يظهر ضغط مستمر سالب .

عندما نعكس استقطاب الملفات الثانوية للكاشف . ينعكس استقطاب منحنى الاستجابة . وهذا يعنى أنه تحت الموجة الحاملة يكون الضغط المستمر سالباً . وفوقها يكون موجباً . ولما كانت إشارة الصوت عبارة عن إشارة تيار متغير ، وأنه لا أهمية لعلاقات الوجه . فيسمح بتوصيل الكاشف بأى طريقــة .

طريقة «ضبط القمة» للمميز يمكن أن تتم كالآتى : نوصل مولد العلامة إلى شبكة آخر صمام مكبر ى.ن الصوت . ونوصل فولتمتر الصمام عند خروج المميز . فى كثير من دوائر المميز نحتاج لاستخدام مقاومة عزل ذات قيمة كبيرة على التوالى مع سعة المجس الصغيرة . ونضبط مولد العلامة على تردد الموجة الحاملة لمراحل ى.ن الصوت . ثم نضبط ابتدائى محول المميز للحصول على أقصى قراءة لفولتمتر الصمام . وبعــد ذلك نضبط ثانوى محول المميز ليعطى قراءة صفرية لفولتمتر الصمام .

والآن نختبر عمل المميز مستخدمين صفر المركز لفولتمتر الصمام . ننغم مولد العلامة بعيداً عن الموجة الحاملة لمراحل ى.ن الصوت حتى نحصل، بواسطة قراءة الفولتمتر ، على قمة ضغط موجبة أو سالبة . بعد ذلك ننغم مولد العلامة

راجعين إلى تردد ى.ن ، ومستمرين حتى نحصـــل على قراءة قمة ضغط باستقطاب معاكس . ويجب أن تتساوى كل من قراءتى اتساع القمة . وإذا لم تتساوى القراءتين ، نغير وضع الابتدائى ، ونعيد ضبط الثانوى لضغط الصفر عند تردد ى.ن الصوت ، ثم نختبر القمتين مرة أخرى . ونكرر هذه العملية حتى نحصل على قمتين متساويتين تقريباً .



شكل (١٣ / ٢٣) : رسم دائرة كاشف نسبة ، مبين عليه نقطتين ١ و ٢ لتوصيل فولتمتر الصمام فى حالة طريقة ضبط القمة .

كاشف النسبة يختلف عن المميز بأنه يستعمل ملف ثالث على المحول ، ودائرة حمله تتميز بوجود مكثف كيماوى يعطى ضغط مرجع ثابت . وشكل (١٣ / ٢٣) به رسم دائرة كاشف نسبة ، مبين عليه نقطتين ١ و ٢ لتوصيل فولتمتر الصمام عند استخدام طريقة ضبط القمة . وتكون طريقة ضبط القمة كما يلى :

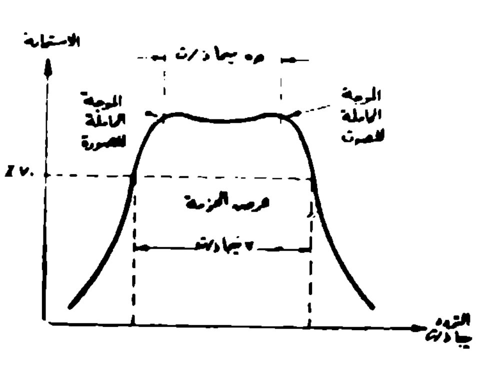
نوصل الفولتمتر إلى النقطة (١) لضبط الابتدائى على النهاية القصوى . نوصل الفولتمتر إلى النقطة (٢) ونضبط الثانوى على الصفر . هذا عندما يكون مولد العلامة عند تردد الإشارة الحاملة لمراحل ى.ن الصوت . بعض أنواع كاشف النسبة بها أحد أطراف المكثف الكيماوى س موصل بالأرض . فى مثل تلك الدوائر يوجد ضغط مستمر متبقى عند توصيلة الخروج (٢) . لهذا

السبب لا يمكن ضبط الثانوى على الصفر بطريقة ضبط القمة فى حالة توصيل الفولتمتر عند نقطة الخروج (٢) . وفى تلك الحالة نوصل مقاومتين توالى قيمة كل منها ١٠٠ ك أوم على المكثف الكيماوى س . ونوصل الفولتمتر بنقطة توصيل المقاومتين . وبهذه الطريقة يمكن ضبط الثانوى على الصفر .

هذا وعلى العموم يجب إتباع طريقة الضبط التى يوصى بها الصانع . سواء لضبط المميز أو كاشف النسبة التى ذكرنا طرق ضبطهما هنا . أو بالنسبة لضبط كاشف الصوت الذى يستخدم صمام ذو شعاع مبوب أو صمام 6DT6 التى لم نذكر طريقة ضبطهما هنا .

١٥/١٣ منحنى استجابة ى.ر :

قسم منتخب القنوات فى جهاز التليفزيون له عرض حزمة كبير (٧ ميجا ذ/ث) يزيد عن عرض حزمة الأقسام التابعة له . سواء قسم ى.ن الصورة أو قسم ى.ن الصوت . وللحصول على عرض الحزمة هذا نحمل دوائر التنغيم بمجموعة من مقاومات التوازى ومعاوقة دخول صمام منخفضة نسبياً عند الترددات العالية . وأهم العوامل التى تحكم منحنيات ى.ر هى عرض الحزمة، وتساوى الاستجابة عند كل الترددات فى القناة . وشكل (٢٤/١٣) به رسم لمنحنى استجابه ى.ر .

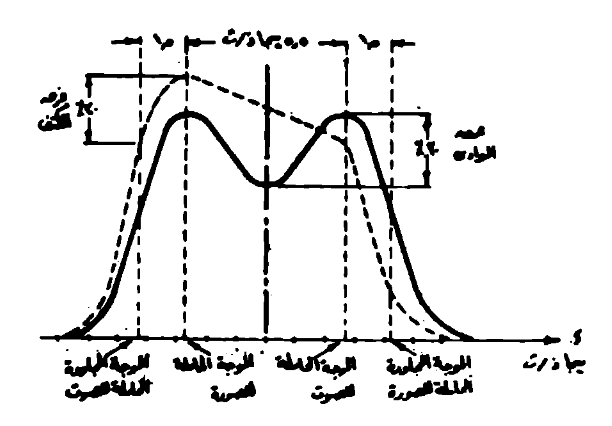


شكل (٢٤/١٣) : منحنى استجابة ى.ر .

بالرغم من التغيرات الطبيعية فى المنحنيات ، يجب وضع بعض الحدود المعينة التى تنطبق على جميع المنحنيات . وهذه مبينة فى شكل (١٣ / ٢٥) .

وعلى العموم يجب ألا يهبط الوادى أكثر من ٣٠٪ تحت قمم المنحنيات . كما أنه فى حالة المنحنيات ذات الجزء العلوى المستوى (مرسوم منقط بالشكل) يجب ألا يزيد فرق الكتف عن ٣٠٪ ، حسب مواصفات الصانع .

وعادة تقع الموجة الحاملة لكل من الصورة والصوت على القمم أو على الجزء المستوى . وإذا كان عرض الحزمة ضيق بعض الشىء ، يمكن أن تقع الموجات الحاملة قرب أعلى الميل ، ولكن يجب ألا تنزل عن نقطة ارتفاع ٧٠٪ من الميل .



شكل (١٣ / ٢٥) : رسم يبين الحدود المعينة التى تنطبق على جميع منحنيات استجابة ى.ر .

يقع عادة جزء من ميل منحنى استجابة ى.ر فى نطاق القنوات المجاورة . وحدوث مقدار معين من « التراكب Overlap » بين المنحنيات هو شىء طبيعى للمحافظة على أن يكون الجزء العلوى من المنحنى عريض مما يكفى لاستيعاب الموجتين الحاملتين . ولكن إذا بعدت الأجزاء السفلى من الميل للمنحنى عن بعضها كثيراً ، قد يحدث فقد ملحوظ فى الكسب .

المنطقة حول الموجة الحاملة للصورة تمثل ترددات الصورة المنخفضة ، بينما ترددات الصورة المرتفعة تكون بالقرب من الموجة الحاملة للصوت . وعلى ذلك ، ففى حالات عدم ضبط المنحنى ، حينما يكون المنحنى مائلاً أكثر من اللازم فى الاتجاه الذى تكون فيه الموجة الحاملة للصورة منخفضة إلى أسفل ،

تضمحل ترددات الصورة المنخفضة . ويظهر ذلك على الشاشة بملاحظة أن الاسفين الأفقى بنموذج الاختبار ضعيف .

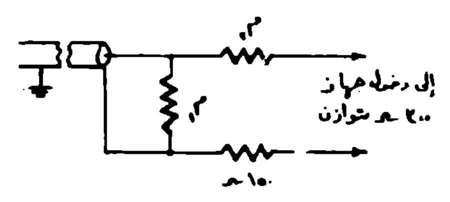
الحالة الأخرى هى عندما يكون المنحنى مائلا بحيث تكون الموجة الحاملة للصوت منخفضة إلى أسفل . وفى هذه الحالة تضمحل ترددات الصورة العالية . ويظهر ذلك على نموذج الاختبار بأن يكون الاسفين الرأسى ضعيفاً وكذلك بيان التفاصيل .

كل ضبط يعمل على منتخب القنوات ، ينتج عنه تغيير هام فى المنحنى . وفى أغلب الأحيان تكون له تأثيرات ثانوية كذلك . فمثلا أى ضبط للكسب قد يؤثر على عرض الحزمة والميل والتردد ، مما يستدعى إعادة ضبطه للحصول على أحسن توافق بين جميع الأوضاع .

١٣/١٦ ضبط مرحلة ى.ر :

الدوائر المستخدمة فى منتخب القنوات تختلف كثيراً من جهاز إلى آخر ، ولو أن الترتيبات الأساسية تتشابه . لذلك ، رغم أنه من الممكن إعطاء طريقة عامة للضبط . إلا أنه من الضرورى دائماً الرجوع إلى تعليمات الصانع بخصوص توصيلات اختبار معين ونقط الضبط . وحتى يمكن القيام بعمليات الضبط على الوجه الأكمل ، يجب مراعاة بعض الاحتياطات .

فمثلا يجب مراعاة وجود توافق بين معاوقة خروج مولد الاكتساح ومعاوقة دخول منتخب القنوات . إذ أن أغلب مولدات الاكتساح



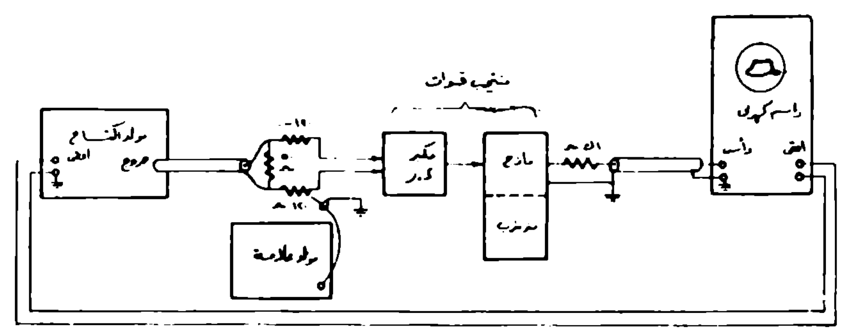
معاوقة المولد	م١	م٢
٥٠ Ω	٥٦ Ω	١٢٠ Ω
٧٢ Ω	٨٢ Ω	١١٠ Ω
٩٢ Ω	١٢٠ Ω	١٠٠ Ω

شكل (١٣/٢٦) : كيفية توفيق معاوقة خروج مولد إشارة إلى دخول جهاز ٣٠٠ Ω متوازن .

لها خروج غير متوازن معاوقته بين ٥٠ أوم و ١٠٠ أوم . ومن جهة أخرى نجد أن معاوقة دخول منتخب القنوات تكون غالباً إما ٧٥ أوم غير متوازن، أو ٣٠٠ أوم متوازن . ويمكن عادة توصيل معاوقة الدخول ٧٥ أوم غير متوازن مباشرة إلى مولد الاكتساح . أما معاوقة الدخول ٣٠٠ أوم متوازن فيحتاج توصيلها بمولد الاكتساح إلى دائرة توفيق ، كالمبينة بشكل (١٣ / ٢٦) . ويجب أن تكون مقاومات دائرة التوفيق خالية من المحاثة ، ويفضل أن تكون مقاومات كربونية أو مركبة .

قد تقتضي تعليمات الضبط التي يعطيها الصانع إلى فك منتخب القنوات بعيداً عن الجهاز ووضعه في « تجهيزة Jig » خاصة للتمكن من ضبطه . كما أن ترتيب عمليات الضبط له أهمية خاصة . هذا ويجب مراعاة قيمة انحيار شبكة مكبر ى.ر الموصى بها .

وطريقة « الضبط المرني » لقسم ى.ر تحتاج إلى مولد اكتساح ومولد علامة وراسم كهربي ، وطريقة التوصيل تكون كالمبينة بشكل (١٣/٢٧) . ويراعى وجود توافق بين خروج مولد الاكتساح ودخول منتخب القنوات . كما يراعى أن يكون الربط بين مولد العلامة ومنتخب القنوات ربطاً سائباً . وعادة يوصل الراسم الكهربي عن طريق مقاومة عزل إلى النقطة التي نأخذ منها منحنى استجابة ى.ر . وفي كثير من الحالات يمكن عمل هذه التوصيلة على مقاومة انحياز شبكة المازج .



شكل (١٣ / ٢٧) : طريقة توصيل أجهزة القياس في حالة الضبط المرني لقسم ى.ر .

إذا تركنا منتخب القنوات موصل بالجهاز ، فلا ننسى القضاء على مصايد الموجات وانعكاسات الطنين . وذلك إما برفع أول صمام ى.ن الصورة ، أو بتوصيل مكثف قيمته ٢٠٠ µµ فاراد من هذه الشبكة إلى الشاسيه . كما نضبط الانحياز على القيمة الموصى بها . وكذلك نضبط ض ك أ .

ننغم مولد الاكتساح ومنتخب القنوات على نفس القناة . نضع مولد العلامة على تردد الموجة الحاملة للصورة بالقناة . ويجب أن تقع العلامة على إحدى كتفى المنحنى . على القمة أو قربها . ثم نضع مولد العلامة على تردد الموجة الحاملة للصوت بالقناة . ويجب أن تقع العلامة على الجزء العلوى المستوى من المنحنى . أو على ما لا يقل عن ٧٠٪ من الميل ، إذا كان المنحنى ضيقاً . نكرر عمليات الضبط هذه على جميع القنوات .

فى حالة ظهور متاعب من وجود مقاومة عالية عند أسطح التوصيل المتحركة . نتيجة لترسب طبقة من التراب أو القذارة على أسطح التوصيل ، يجب القيام بعملية تنظيف . ويستخدم للتنظيف ثالث كلوريد الكربون أو أى منظف آخر . وتمسح أسطح التوصيل بقطعة نظيفة من القماش . ويحذر حك أسطح التوصيل بأداة حادة . لأن ذلك يزيل طبقة الطلاء الفضية . فيعرض هذا الجزء للتأكسد . مما يؤدى إلى مشاكل توصيل أخرى . كما يجب التأكد من أن جميع المسامير والبرشام مربوطة جيداً . لأنه يوجد احتمال فكها وخاصة فى منتخب القنوات نوع الشرائح . مما يؤدى إلى توصيل متقطع لا يعتمد عليه .

تستخدم فى عمليات الضبط أدوات خاصة مثل مفكات بكاليت أو فبر ، وذلك لتفادى تأثيرات سعة اليد وما شابهها . مما له تأثير على عمليات الضبط . وسلامة الضبط تقتضى عمل توصيلات أرض جيدة . والوصلات تكون قصيرة ، والحجب يكون سليما . إذ أن وصلة طولها حوالى بوصة قد تكون مع سعتها الشاردة دائرة رنين . وخاصة عند ترددات ى.ر العالية . وقد نحتاج إلى تكرار عمليات الضبط عدة مرات ، إلى أن نصل إلى ضبط سليم ، وعلينا أن نتمسك بالصبر فى ذلك .

١٧/١٣ ضبط مذبذب ى.ر المحلى :

إذا لم يعمل مذبذب ى.ر على التردد المضبوط لكل قناة ، نجد أن الموجة الحاملة لكل من الصورة والصوت لا تقع عند موقعها الصحيح على منحنى استجابة ى.ن الصورة . ويعمل المذبذب فوق أو تحت (عادة فوق) تردد موجة ى.ر الحاملة للصورة بمقـــدار يساوى بالضبط تردد ى.ن الصورة للجهاز . وتتطلب بعض الأجهزة ضرورة ضبط تردد المذبذب قبل ضبط مرحلة ى.ر ، ويكون مرجعنا فى ذلك تعليمات الصانع التى يجب اتباعها بكل دقة .

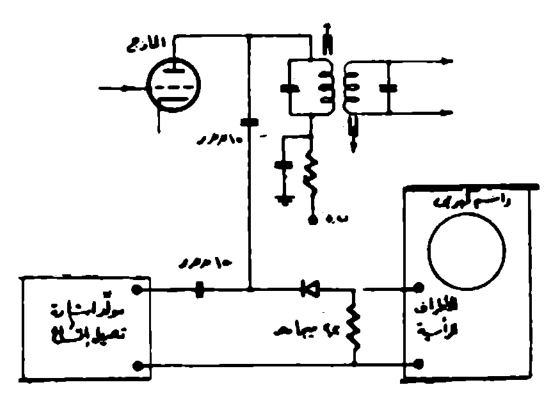
يجب ضبط جميع القنوات ، وليس فقط القنوات التى تعمل عليهـــا برامج ، حتى لا نحتاج إلى ضبط الجهاز عند افتتاح الارسال على قنوات جديدة . والترتيب الذى يتم به عمليات الضبط يعتمد على نوع منتخب القنوات . ففى النوع الذى يطلق عليه اسم « الخط المنغم Tuned line » نجد أن ملفات القنوات المختلفة تتصل ببعضها على التوالى ، مما يجعل ضبط كل قناة يعتمد على ضبط القنوات الأعلى منها فى التردد . وفى هذه الحالة يتحتم البدء بضبط أعلى قناة (١٢) ، ثم الأقل منها وهكذا . أما فى نوع منتخب القنوات الشرائح الذى يتم فيه توصيل دوائر رنين منفصلة لكل قناة ، فلا يهم أى قناة تنغم أولاً .

يضبط مذبذب ى.ر بكل دقة على ١٢ تردد ، واحد لكل قناة . ويمكن أن تتم عمليات الضبط بطرق مختلفة نورد منها ما يلى :

(أ) بعد ضبط ى.ن الصورة والصوت ، نضبط مذبذب ى.ر فى الجهاز على إشارة مستقبلة . ويمكن استخدام هذه الطريقة فقط للقنوات التى تستقبل إشارات . وهذه الطريقة رغم بساطتها تعطى نتائج مرضية . نوصل التيار للجهاز ونتركه يسخن لمدة حوالى ١٥ دقيقة . نضع منتخب القنوات على أعلى قناة يمكن استقبالها . نضع الضبط الدقيق عند منتصف مداه ، ثم نضع وسائل التحكم

الأخرى فى الأوضاع التى تعطى صورة وصوت طبيعين . باستخدام مفك غير معدنى ، نضبط بعناية تنغيم ملفات المذبذب للحصول على أحسن صورة وصوت . نكرر عمل ذلك لكل قناة مستقبلة ذات تردد أقل إلى أن يتم ضبطها جميعاً .

(ب) يختبر التردد العالى للمذبذب بالمقارنة بتردد دقيق معروف صادر من مولد إشارة منفصل ، مبيناً ذلك على راسم كهربى . وتكون التوصيلة كما فى شكل (١٣/٢٨) . تتضارب إشارة المذبذب مع إشارة المولد ، ويظهر التضارب على شاشة الراسم . نضبط تردد المذبذب إلى أن يتساوى مع تردد المولد ، وعندئذ يقل التضارب إلى صفر ، فلا يظهر على الشاشة غير خط أفقى فقط . ونتبع نفس العملية لكل قناة تليفزيونية . ويمكن استخدام هذه الطريقة لجميع أجهزة التليفزيون .



شكل (١٣ / ٢٨) : طريقة لاختبار تردد مذبذب و.ر المحلى .

(حـ) نستعمل فى هذه الطريقة مولد اكتساح ومولد إشارة دقيق وراسم كهربى . نوصل الراسم إلى خروج كاشف الصورة . ونوصل مولد الاكتساح إلى دخول الهوائى فى الجهاز عن طريق دائرة

توفيق كالمبينة بالشكل (١٣ / ٢٦) ، وكذلك نوصل مولد إشارة إلى دخول الهوائى بطريقة الربط السائب . نضبط جهاز التليفزيون على أعلى قناة ، ونضبط مولد الاكتساح ليغطى تردده هذه القناة . نضع تحكم الضبط الدقيق عند متوسط مداه . ونضبط مولد الإشارة على تردد موجة ى.ر الصورة الحاملة لهذه القناة . فيظهر على شاشة الراسم منحنى استجابة ى.ن الصـــورة العادى لهذا الجهاز . وتظهر على هذا المنحنى علامة ناتجة من مولد الإشارة . نضبط ملف مذبذب ى.ر إلى أن تقع العلامة بالضبط على نقطة ٥٠٪ من ميل المنحنى التى تمثل موقع الموجة الحاملة للصورة . نكرر هذه العملية لكل قناة تالية أقل ترددا إلى أن يتم ضبط جميع القنوات .

ملخص (١٣)

١ – نحتاج عادة إلى جهاز قياس عام ، لقياس الضغط والتيار والمقاومة . وأقل شروط مطلوب توافرها فيه هى : أن يكون له ما لا يقل عن ثلاثة مدى للقياس ، وألا تقل حساسيته على التيار المستمر عن ٢٠٠٠٠ أوم للفولت . وأن توجد به وسيلة لحمايته من زيادة الحمل .

٢ – فولتمتر الصمام يستخدم فى قياس الضغوط والتيارات والمقاومات ، وله حساسية عالية . وباضافة مجسات ملائمة إليه يمكنه قياس ضغوط قيمتها حتى ٣٠ كيلو فولت ، وترددها حتى عدة مئات ميجا ذ / ث .

٣ – مولد إشارة تعديل الاتساع يتركب أساساً من مذبذب ى.ر يمكن لتردد خروجه أن يتغير على مدى معين . ونحصل على إشارة الخروج كما هى غير معدلة ، كما يمكن تعديلها .

٤ - مولد اكتساح التردد يشبه مولد إشارة تعديل الاتساع ، إلا أنه يولد حزمة ترددات بدلا من تردد مفرد كما فى حالة مولد الإشارة .

٥ - مولد العلامة عبارة عن مولد إشارة دقيق . وهو يستخدم لوضع علامة على منحنى الاستجابة عند أى تردد مطلوب .

٦ - الراسم الكهربى عبارة عن جهاز يمكن بواسطته مشاهدة الأشكال الموجية لمختلف الضغوط والترددات فى جهاز التليفزيون .

٧ - نحتاج إلى نموذج اختبار لكى نختبر الخطية الأفقية أو الرأسية . ويمكن الحصول على نموذج الاختبار هذا من مولد النموذج .

٨ - عمليات ضبط جهاز التليفزيون عبارة عن تنغيم دوائر رنين بمراحل ى.ر و ى.ن فى الجهاز ، بهدف جعل منحنى الاستجابة عريض بما يكفى لتمرير جميع جوانب الإشارة ، وضبط كل دوائر التنغيم على حزمة الترددات الصحيحة .

٩ - تستخدم طريقتان فى عمليات ضبط جهاز التليفزيون هما طريقة ضبط القمة وطريقة الضبط المرئى .

١٠ - تحتاج طريقة ضبط القمة إلى توصيل مولد إشارة عند دخول الدائرة المطلوب ضبطها وفولتمتر صمام عند خروجها . ويضبط مولد الإشارة على تردد معين ، ثم تنغم الدائرة على أقصى أو أدنى قمة مستعينين فى ذلك بقراءة فولتمتر الصمام .

١١ - تحتاج طريقة الضبط المرئى إلى توصيل مولد اكتساح عند دخول الدائرة المطلوب ضبطها وراسم كهربى عند خروجها . ويستخدم منحنى الاستجابة المرئى على شاشة الراسم الكهربى كدليل على صحة كل عملية الضبط .

١٢ - يعين الصانع ترتيب عمليات ضبط مراحل جهاز التليفزيون . ويمكن حصر عمليات الضبط فى الآتى :

- ضبط كاشف الصوت ومرحلة ى.ن الصوت .

– ضبط مصايد موجات ى.ن الصورة .
– ضبط مرحلة ى.ن الصورة .
– ضبط مكبر ومازج مرحلة ى.ر .
– ضبط ترددات مذبذب ى.ر .
– مراجعة الاستجابة الكلية لمنحنيات ى.ر و ى.ن على جميع القنوات

أسئلة (١٣)

١ – ما هى استعمالات جهاز القياس العام ؟ وما الشروط الواجب توافرها فيه ؟ وما الاحتياطات الواجب اتخاذها لحمايته وللحصول على قراءات دقيقــة ؟

٢ – ما الذى يجب مراعاته عند استخدام فولتمتر الصمام ؟

٣ – متى يكون استعمال مولد الاكتساح أجدى من استعمال مولد الإشارة ؟ وتحت أى ظروف يكون العكس صحيحاً ؟

٤ – اشرح كيف تتم عملية اكتساح التردد فى مولدات الاكتساح القديمة والحديثة .

٥ – ما هو مولد العلامة ؟ وفيما يستخدم ؟ وما أهم متطلباته ؟

٦ – إشرح طريقة عمل الراسم الكهربى باختصار .

٧ – كيف يمكن استخدام الراسم الكهربى لقياس قيمة « القمة – للقمة » للضغوط المتغيرة ؟ وما استخداماته الأخرى ؟

٨ – اشرح طريقة عمل مولد النموذج .

٩ – ما هو الترتيب الملائم لتسلسل عمليات ضبط جهاز التليفزيون ؟

١٠ – ما هما الطريقتان المستخدمتان فى عمليات ضبط جهاز التليفزيون ؟

١١ – ارسم شكل منحنى استجابة ى.ن الصورة ، وتكلم عنه .

١٢ – التوصيل الصحيح لأجهزة القياس بالدائرة يسمح بالحصول على نتائج دقيقة ، اشرح .

١٣ – اشرح طريقة ضبط ى.ن الصورة فى حالة نظام التنغيم الخلافى .

١٤ – اشرح طريقة ضبط ى.ن الصورة فى حالة نظام الربط بالمحولات .

١٥ – ما الشروط الواجب توافرها فى منحنى استجابة مثالى للمميز ؟

١٦ – كيف تتم عملية الضبط المرئى لكاشف الصوت ؟

١٧ – ما هى الحدود المعينة التى تنطبق على جميع منحنيات استجابة ى.ر ؟ اشرح بالرسم .

١٨ – ما الاحتياطات الواجب مراعاتها عند القيام بعمليات ضبط مرحلة ى.ر ؟

١٩ – كيف تتم عملية الضبط المرئى لقسم ى.ر ؟

٢٠ – تكلم عن ثلاثة طرق مختلفة يمكن أن تتم بها عمليات ضبط مذبذب ى.ر .

الباب ١٤

التداخلات والشوشرة وتحديد الأعطال

بعد أن شرحنا المراحل المختلفة لجهاز التليفزيون وعرفنا كيف يعمل ، سنتكلم الآن عن تحديد الأعطال وتتبعها . ويمكن أن تظهر عقبات غير متوقعة أثناء تتبع الأعطال لمن له دراية نظرية بجهاز التليفزيون . ولكن تعوذه الخبرة العملية . فلا يكفى أن نعرف فقط كيف يعمل جهاز التليفزيون ، بل نحتاج كذلك إلى خبرة عملية تساعدنا على تحديد الأعطال . وتوفر علينا كثير من الجهد والوقت فى تتبعها . ولكى يتم إصلاح جهاز التليفزيون على أساس اقتصادى سليم . يجب أن نستخدم خبرتنا الماضية . إذ أن تذكر نقط الضعف فى نوع معين من الأجهزة . يمكننا من سرعة تحديد سبب العطل .

وقبل أن نتكلم عن تحديد الأعطال سنتعرض لموضوعات لها علاقة بذلك مثل : تركيب جهاز التليفزيون ووسائل الضبط به — وظهور الأشباح فى الصورة — والتداخلات الناتجة عن ذبذبات الراديو — والطنين والزن لتردد ٥٠ ذ/ث .

١/١٤ تركيب جهاز التليفزيون :

يجب أن تكون تركيبات جهاز التليفزيون سليمة لكى نحصل على صورة جيدة . فتركيب الهوائى وخط التغذية يكون بحيث يغذى الجهاز باشارة تكفى

لتكوين صورة جيدة ، خالية من الأشباح والشوشرة والتداخلات بقدر المستطاع . ويكون خط التغذية أقصر ما يمكن . أما إذا استخدمنا هوائى داخلى ، فتعتمد إشارة الهوائى على وضع الجهاز . ويمكن أن تختلف شدة الإشارة ومقدار الأشباح والتداخلات باختلاف وضع الجهاز من مكان إلى آخر حتى داخل الحجرة الواحدة ، وكذلك على توجيه الهوائى الداخلى .

تركب بريزة كهربا لتيار المنبع بجوار التليفزيون مقننها لا يقل عن ٢ أمبير . ويجب التأكد من الضغط المضبوط عليه جهاز التليفزيون قبل توصيله إلى المنبع . ويكون مسار توصيلة الكهربا من الجهاز للبريزة ، وكذلك مسار خط التغذية من الهوائى للجهاز ، بحيث لا تتعرض للتلف .

أكثر مكان ملائم لوضع جهاز التليفزيون فى الحجرة ، هو المكان الأكثر إظلاماً سواء أثناء ساعات النهار فى الضوء الطبيعى ، أو خلال المساء عند استعمال الضوء الصناعى . وبقدر الامكان يجب تفادى سقوط الضوء مباشرة على الزجاج الواقى للشاشة ، أو على الشاشة نفسها ، حتى لا يتعب نظر المشاهد نتيجة انعكاسه . ومن المستحسن إيقاد نور ضعيف أثناء مشاهدة التليفزيون لأن مشاهدته فى حجرة مظلمة كلية يسبب اجهاداً للعين .

ويلاحظ عدم وضع جهاز التليفزيون بحيث يكون ظهره ملاصق تماماً للحائط ، بل يترك بين الجهاز والحائط فراغ يكفى لعملية التهوية . إذ تتولد داخل الجهاز كمية حرارة ملحوظة ، ويوجد بظهره فتحات للتهوية . كما توجد كذلك فتحات تهوية فى قاع الجهاز ، وأحياناً بأعلاه .

يوضع التليفزيون بحيث يكون ارتفاع منتصف الشاشة من الأرض حوالى ١٢٠ سم إن أمكن ، على شرط ألا يخل ذلك بمظهر الحجرة . لأن ارتفاع الجهاز يحسن التأثير النفسى لكل من الصورة والصوت . كما أنه صحياً يجعل المشاهد أثناء التمتع بمشاهدة برامج التليفزيون يضطجع إلى الخلف فى استرخاء جميل بعد تعب اليوم .

٢/١٤ وسائل الضبط :

يمكن تقسيم وسائل الضبط عموماً فى جهاز التليفزيون الحديث إلى ثلاثة فئات :

(أ) وسائل ضبط التشغيل :

وهى للاستخدام السائد. وتستعمل فى أغلب الأحيان عند تشغيلى وضبط الجهاز . وتركب على واجهة الجهاز أو بجانبه أو فى أعلاه . هذا بالإضافة إلى وسائل ضبط إضافية مثل الخاصة بالانحراف. وهى رغم سبق ضبطها إلا أنها معدة لإعادة الضبط بواسطة المشاهد .

(ب) وسائل ضبط الصيانة :

وهى لا تمكن استعمالها إلا بعد فك الظهر الخلفى للجهاز . وقد يحتاج هذا فى بعض الأحيان إلى تغيير لحامات بعض الأطراف أو ما إلى ذلك . ويتم ذلك عادة بواسطة فنى .

وبتطوير دوائر التليفزيون وجعلها أقل تعرضاً للتغيرات التى تنشأ عن تغير فى ضغط المنبع أو تعمير الصمامات والقطع الإلكترونية أو ما إلى ذلك . وجد اتجاه لزيادة الفئة (ب) لوسائل الضبط . فمثلا وسائل ضبط تركيز شعاع الكهارب فى البؤرة وعرض الصورة والخطية الأفقية تتم غالباً بواسطة الفنى فى الوقت الحاضر .

(حـ) وسائل ضبط تنغيم الجهاز :

مثل ضبط منحنيات الاستجابة وعرض الحزمة لدوائر ى.ر و ى.ن الصورة وى.ن الصوت . وهذا يحتاج لمعلومات خاصة وأجهزة معينة . وقد تكلمنا عن ذلك فى الباب السابق . وسنقصر حديثنا الآن على وسائل ضبط التشغيل ووسائل ضبط الصيانة .

سنحصر وسائل الضبط ونقسمها إلى مجموعتين أحدهما للتشغيل والأخرى للصيانة . وندونهما فى جدولين تاليين . وهذا التقسيم ليس جامداً . فبعض

وسائل الضبط المدونة فى إحدى المجموعتين قد تقع فى نطاق المجموعة الأخرى فى جهاز معين . هذا بالإضافة إلى أن كثيراً من الأجهزة لا يوجد بها جميع وسائل الضبط المذكورة ، بينما قد يوجد فى أجهزة أخرى كثيرة وسائل ضبط غير المدونة فى الجداول التالية .

٣/١٤ جدول وسائل ضبط التشغيل :

	وسيلة الضبط	عملها	الدائرة المتأثرة
١	مفتاح التوصيل والقطع	توصيل القدرة للجهاز	خط تغذية القدرة
٢	مفتاح الصوت	ضبط مستوى الصوت	مكبر الصوت
٣	مفتاح شدة الإضاءة	ضبط مستوى الإضاءة على الشاشة	الانحياز السالب للشاشة
٤	مفتاح التباين	ضبط نسبة الأسود إلى الأبيض على الشاشة	مكبر الصورة
٥	مفتاح القنوات والضبط الدقيق	تنغيم القنوات	وحدة منتخب القنوات
٦	مفتاح الثبات الأفقى	تثبيت الصورة أفقياً	تردد المذبذب الأفقى
٧	مفتاح الثبات الرأسى	تثبيت الصورة رأسياً	المذبذب الرأسى

٤/١٤ جدول وسائل ضبط الصيانة :

	وسيلة الضبط	عملها	الدائرة المتأثرة
١	تردد مذبذب ى.ر	تنغيم القنوات المختلفة	المذبذب المحلى بمنتخب القنوات
٢	ضابط الكسب الأوتوماتيكى	ضبط مستوى الكسب الأوتوماتيكى	الانحياز السالب للموائر ى.ر و ى.ن الصورة

	وسيلة الضبط	عملها	الدائرة المتأثرة
٣	الارتفاع	ضبط ارتفاع الرسم (أسفل)	ضغط المذبذب الرأسي
٤	الخطية الرأسية	ضبط ارتفاع الرسم (أعلى)	الانحياز السالب لصمام الخروج الرأسي
٥	العرض	ضبط عرض الرسم	محول الخروج الأفقي
٦	الخطية الأفقية	الحصول على خطية أفقية	الشكل الموجي للكابت
٧	التشغيل الأفقي	ضبط مستوى تشغيل المكبر الأفقي	الشكل الموجي عند شبكة صمام الخروج الأفقي
٨	التردد الأفقي	ثبات أفقي تقريبي	تردد المذبذب الأفقي
٩	الثبات	ضبط مدى تشغيل ض ء أ الأفقي	الشكل الموجي عند شبكة صمام ض ء أ الأفقي
١٠	الشكل الموجي الأفقي	زيادة مناعة الشوشرة في ض ء أ الأفقي	الشكل الموجي للمذبذب الأفقي
١١	ضبط فرق الوجه الأفقي	الوضع الأفقي للصورة على الرسم	المذبذب الأفقي
١٢	تحكم الزن	تقليل زن الصوت المشترك	الانحياز السالب لصمام « الشعاع المبوب Grated-beam »
١٣	الوضع الرأسي	وضع الرسم رأسياً على الشاشة	زحزحة الشعاع بالشاشة مغناطيسياً في الاتجاه الرأسي
١٤	الوضع الأفقي	وضع الرسم أفقياً على الشاشة	زحزحة الشعاع بالشاشة مغناطيسياً في الاتجاه الأفقي

وسيلة الضبط	عملها	الدائرة المتأثرة
١٥ التركيز فى البؤرة	شحذ خطوط الرسم	شعاع الشاشة مركز وضيق
١٦ حانية الشعاع	ضبط تشغيل أنبوبة الشاشة	توجيه شعاع الشاشة جيداً داخل هيكل القازف الإلكترونى
١٧ ضبط تشويه البرميل ومخدة الدبابيس	استقامة حواف إطار الرسم	مغناطيسات الضبط المركبة على ملفات الانحراف
١٨ ضبط ملفات الانحراف	تصحيح وضع الصورة المائل	التوجيه الصحيح لوضع ملفات التحريك حول عنق الشاشة

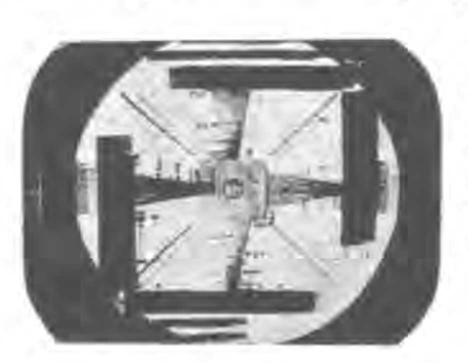
١٤/٥ أنواع الأشباح :

السبب الأكثر شيوعاً لظهور الأشباح فى الصورة هو تعدد مسارات الإشارة الواصلة إلى هوائى الاستقبال عن الطريق المباشر وعن طريق الانعكاس . ولكن ليس هذا هو السبب الوحيد لظهور أشباح فى الصورة . فيمكن أن تظهر أشباح فى الصورة نتيجة انعكاسات فى خط التغذية الواصل من الهوائى للجهاز بسبب عدم توافق معاوقته عند طرفيه ، أو نتيجة الالتقاط المباشر لإشارة ى.ر بواسطة خط تغذية طويل أو منتخب القنوات ، أو نتيجة استجابة الجهاز الزائدة للترددات المرئية العالية .

(أ) الأشباح الناشئة من تعدد مسارات الإشارة الواصلة إلى الهوائى تظهر عادة على يمين الصورة الأصلية ، أى أنها « أشباح تابعة Trailing Ghosts » . كما يمكن أن تظهر الأشباح على يسار الصورة الأصلية « أشباح رائدة Leading Ghosts » إذا كانت الإشارة المنعكسة تصل إلى الهوائى أقوى من الإشارة المباشرة .

ولتقليل تأثير هذا النوع من الأشباح يمكن استخدام هوائى حاد التوجيه ، وضبط توجيهه بحيث نحصل على أقل تأثير للأشباح .

كما أن تغيير وضع الهوائى يمكن أن يؤثر على ظهور الأشباح فى الصورة . وشكل (١/١٤) يبين ظهور أشباح فى الصورة .



شكل (١/١٤)

(ب) الأشباح الناتجة عن انعكاسات فى خط تغذية طويل واصل من الهوائى للجهاز تتأثر عندما تقترب اليد من خط التغذية أو تمسكه لأن ذلك يغير من السعة . ويمكن التخلص من هذا النوع من الأشباح بعمل توافق بين كل من الهوائى وخط التغذية والجهاز .

(حـ) الأشباح الناتجة من الالتقاط المباشر لإشارة ى.ر بواسطة خط تغذية طويل أو منتخب القنوات تكون « أشباح رائدة » وخاصة فى الأماكن التى بها إشارة شديدة ، حيث يمكن أن تصل إشارة الالتقاط المباشر إلى الجهاز وتكوّن شبحاً قبل أن تصل إليه إشارة الهوائى عن طريق خط التغذية الطويل . ويتأثر هذا النوع من الأشباح إذا مر شخص بالقرب من الجهاز . ولتقليل تأثير هــذا النوع من اشباح يمكن « حجب Shielding » خط التغذية لمنع الالتقاط الشارد لإشارة ى.ر ، مع زيادة شدة الإشارة الواصلة عن طريق الهوائى .

(ى) الأشباح الناتجة من استجابة الجهاز الزائدة للترددات المرئية العالية

فى مرحلة الترددات البينية أو مرحلة مكبر الصورة تظهر فى جميع القنوات . فإذا كانت الاستجابة الزائدة للترددات المرئية العالية توجد فى مرحلة الترددات البينية، فإنها تتأثر بتغيير الضبط الدقيق ؛

(هـ) هناك نوع من الانعكاسات ينشأ أثناء مرور طائرة بالقرب من مكان الجهاز . وهذا النوع لا يستمر تأثيره طويلا ، ولا يولد أشباحاً بالمعنى المفهوم . فتصل الإشارة التى تعكسها الطائرة بنفس شدة الإشارة المباشرة . ونتيجة للسرعة الفائقة للطائرة ، يتغير فرق المسافة بين مسارى الإشارة بسرعة ، مما يؤدى باستمرار إلى سرعة تغير فرق الوجه بين الإشارة المباشرة والإشارة المنعكسة عند وصولها إلى الهوائى . وعلى ذلك نجد أن الإشارتين تتحدان فى الوجه وتتعارضان فى الوجه بالتناوب فى تتابع سريع . ومن ثم نجد أن الإشارة المباشرة والإشارة المنعكسة تساعد كل منهما الأخرى وتعارض كل منهما الأخرى بالتناوب . وعليه تخفق الصورة والصوت بطريقة مميزة . فالصورة تتعرض لتغيرات فى شدة الإضاءة والتباين ، والصوت يتغير بين الارتفاع والانخفاض .

٦/١٤ تداخلات ى.ر RF Interference :

تصل تداخلات ى.ر إلى جهاز التليفزيون من مصادر متعددة مثل محطات الارسال والإنشاءات الصناعية التى تستخدم الترددات العالية أو حتى من جهاز تليفزيون قريب . وإشارات تداخل ى.ر « تتضارب Hetrodyned » داخل الجهاز وتولد ترددات مرئية عند خروج كاشف الصورة ، مما ينتج عنه تداخل يظهر على الشاشة .

وسنتكلم هنا عن تداخل الموجة الحاملة وتداخل تعديل الاتساع وتداخل تعديل التردد .

(أ) تداخل الموجة الحاملة الغير معدلة :

يظهر على الشاشة فى هيئة خطوط مائلة منتظمة ، كما فى شكل (٢/١٤) وعادة تزاح الخطوط ببطء من وضعها المائل فى جهة إلى وضع رأسى ثم إلى وضع مائل فى الجهة الأخرى كلما تغير تردد الموجة الحاملة المتداخلة . ويعتمد عدد الخطوط وعرضها على « تردد التضارب Beat frequency » الناتج عن الموجة الحاملة المتداخلة . وكلما زاد تردد التضارب يزيد عدد الخطوط ويقل عرضها ، انظر شكل (١٤ / ٣) . كما أنه كلما نقص تردد التضارب يقل عدد الخطوط ويزيد عرضها .



شكل (٢/١٤)



شكل (٣/١٤)

إذا كان تردد التضارب الناتج من تداخل ى.ر أقل من ١٥٦٢٥ ذ/ث تتولد عنه خطوط منتظمة أفقية . ويمكن أن يحدث هذا عن أى موجة حاملة متداخلة صادرة من محطة إرسال . ولكن غالباً ما يكون مصدر التداخل هو مذبذب محلى موجود فى جهاز تليفزيون مجاور .

بالإضافة إلى ظهور خطوط فى الصورة نتيجة تداخل ى.ر ، تتغير شدة إضاءة الصورة إذا كانت إشارة التداخل قوية ، بدرجة أنها ترفع مستوى الأبيض فى الموجة الحاملة للصورة قريباً من مستوى الأسود . ويمكن أن ينتج

عن إشارة تداخل قوية جداً صورة سالبة ، أو حتى تجعل الصورة سوداء كلية . انظر شكل (١٤ / ٤) .

(ب) تداخل تعديل الاتساع :

يحدث عندما تكون الموجة الحاملة المتداخلة معدلة تعديل اتساع . وفى هذه الحالة يتغير اتساع موجة ى.ر الحاملة المتداخلة حسب إشارة التعديل الصوتية . ينتج عن ذلك تداخل صوت على إشارة الصورة بعد خروجها من كاشف الصورة . ويكون تأثير ذلك ظهور شرائط أفقية فى الصورة ، كما فى شكل (١٤ / ٥) . ويلاحظ أن عدد تلك الشرائط الأفقية وعرضها وكثافتها يتغير بمقدار تعديل الصوت .



شكل (١٤/٤)



شكل (١٤/٥)

(حـ) تداخل تعديل التردد :

يحدث عندما تكون الموجة الحاملة المتداخلة معدّلة تعديل تردد . وفى تلك الحالة يتغير تردد موجة ى.ر الحاملة المتداخلة حسب إشارة التعديل الصوتية . وهذا يؤدى إلى أن خروج كاشف الصورة يحتوى على تضارب تداخل يتغير تردده حسب تعديل الصوت . وعندما يكون تردد تضارب التداخل عالى بما يكفى لتوليد شرائط دقيقة ، يضيف تعديل التردد تموجات إلى الشرائط .

أما إذا كان تردد تضارب التداخل منخفضاً ، يولد تداخل تعديل التردد تموجات تغطى الصورة كلها . ويمكن أن يحدث تداخل تعديل التردد من إشارات محطات إرسال إذاعة تعديل تردد ، أو من دخول توافقات إشارة ى.ن الصوت بالجهاز إلى منتخب القنوات ثانية .

طريقة دخول تداخلات ى.ر الخارجية إلى جهاز التليفزيون تتم بالوسائل الآتية :

(أ) يمكن دخول تداخلات ى.ر إلى جهاز التليفزيون عن طريق الهوائى وخط التغذية . وهذا النوع من التداخل يمر خلال منتخب القنوات ، وعليه يظهر عادة على قناة معينة .

(ب) ويمكن أن يلتقط الشاسيه تداخلات ى.ر مباشرة . وفى هذه الحالة يكون له نفس التأثير على جميع القنوات .

(حـ) كما يمكن أن يتسرب تداخل ى.ر إلى الجهاز عن طريق منبع القدرة . وفى تلك الحالة نجد أن التداخل يتأثر إذا عكسنا وضع الفيشة ،أو إذا أمسكنا وصلة الكهربا لأننا بذلك نضيف سعة إليها .

١٤/٧ الشوشرة Noise :

الأجهزة الطبية الكهربية مثل أجهزة « العلاج الحرارى Diathermy » وأشعة إكس وما شابهها ، وكذلك بعض الأجهزة الصناعية تسبب ظهور شوشرة على شاشة التليفزيون ، كما هو موضح بشكل (١٤ / ٦) . ويمكن أن يتحرك شريط الشوشرة الأفقى الموجود على الشاشة إلى أعلى أو إلى أسفل ببطء ، كما يمكن أن يظل



شكل (١٤/٦)

ثابتاً فى مكانه . وتنشأ هذه الشوشرة نتيجة أن الأجهزة الطبية تولد موجات ى.ر ، تفتقر إلى استقرار التردد ، ومعدلة بتردد تيار المنبع ٥٠ ذ/ث. وعندما تقع ترددات الأجهزة الطبية أو توافقاتها فى نطاق القناة التليفزيونية المستقبلة تحدث الشوشرة .

يمكن أن تحدث شوشرة لجهاز التليفزيون نتيجة للأجهزة الكهربية التى تستخدم بالمنازل، مثل ماكينات الحلاقة والغسالات والمكانس وأجهزة تنشيف الشعر وماكينات الحياطة . . . الخ . كما تحدث الشوشرة أيضاً نتيجة لشرارات الاحتراق بالسيارات أو نتيجة الموتورات . ويظهر هذا النوع من الشوشرة على شاشة التليفزيون فى هيئة خطوط أفقية متقطعة سوداء وبيضاء ، كما فى شكل (١٤ / ٧) . إذا كانت الأجهزة المولدة للشوشرة قريبة من جهاز التليفزيون وتأثيرها كبير عليه ، فمن المحتمل أن يختل التزامن ، مما ينتج عنه أن تلف الصورة رأسياً أو تتمزق ، كما هو موضح بشكل (١٤ / ٨) .



شكل (١٤/٧)



شكل (١٤/٨)

بالنسبة للأجهزة الكهربية المنزلية التى تسبب شوشرة ، يمكن تقليل شوشرتها بوضع مرشح على توصيلة الكهربا لها . وزيادة فى الاحتياط قد نحتاج كذلك إلى وضع مرشح على توصيلة الكهربا لجهاز التليفزيون . كما نوصل بالأرض جسم الموتور الذى يسبب الشوشرة سواء كان لغسالة أو لغيرها ، إن أمكن .

أما إذا كان جرس الباب الكهربى هو سبب الشوشرة ، فيمكن تلافى ذلك بأن نوصل على طرفيه مكثف صغير السعة (٠,٠٢ μ فاراد) .

تؤثر الشوشرة على الصورة كما ذكرنا . وفى بعض الأحيان قد تؤثر الشوشرة على الصوت ، ويظهر ذلك على هيئة زن يخرج من السماعة . هذا ويجدر بنا أن نتذكر أن إشارة الصوت فى جهاز التليفزيون معدّلة تعديل تردد ، مما يحصن الصوت ضد كثير من الشوشرة والتداخلات التى تتعرض لها الصورة .

٨/١٤ الطنين و « الزن Buzz » (٥٠ذ/ث) :

(أ) الطنـــين :

لقد تكلمنا عن الطنين فيما سبق وعرفنا أن تأثيره على الرسم أو الصورة يظهر على هيئة انحناء عند الحافة الرأسية أو على هيئة شرائط طنين أفقية . ويمكن تحديد أعطاله كما يلى :

- إذا ظهر انحناء فى الصورة وليس فى الرسم ، يكون السبب طنين فى التزامن الأفقى ، منبعة دوائر التزامن الأفقى عندما لا تظهر خطوط طنين ، أما فى حالة ظهور شرائط طنين كذلك فيكون منبعة دوائر ى.ر و ى.ن الصورة .
- إذا ظهر انحناء طنين فى الرسم والصورة ، يكون السبب طنين فى الانحراف الأفقى ، منبعه المذبذب الأفقى أو المكبر أو الكابت .
- إذا ظهرت شرائط طنين فى الصورة وليس فى الرسم ، يكون السبب طنين فى إشارة الصورة ، منبعه ى.ر و ى.ن والمذبذب المحلى (يمكن ظهور انحناء أيضاً) .
- إذا ظهرت شرائط طنين فى الصورة والرسم ، يكون السبب طنين فى الإشارة المرئية منبعه مكبر الصورة (يمكن ظهور انحناء أيضاً) .

- ينتج عن طنين ٥٠ ذ/ث زوج من شرائط الطنين أو انحناء دورة جيبية واحدة من أعلى الشاشة إلى أسفلها (على شكل S) .
- أما طنين ١٠٠ ذ/ث فينتج عنه زوجان من شرائط الطنين أو انحناء دورتين جيبيتين .
- ينتج عن التسرب بين الفتيلة والمهبط فى الصمام طنين ٥٠ ذ/ث .
- التعرجات الزائدة فى الضغط الموجب (ب +) لوحدة تغذية موجة كاملة تسبب طنين ١٠٠ ذ/ث . وغالباً نجد أن الطنين الناشىء من تعرجات الضغط الموجب يؤثر على الصوت بالإضافة إلى تأثيره على الصورة .

(ب) الزن :

يوجد تداخل آخر غير الطنين وهو الزن . والزن عبارة عن خروشة فى الصوت بمعدل ٥٠ ذ/ث لنبضات الاطفاء والتزامن الرأسية التى ليست فى نعومة الموجة الجيبية للطنين . هذا بالإضافة إلى أن الطنين غالباً ما يظهر تأثيره على الصورة أو الرسم ، أما الزن فى الصوت فلا يؤثر عموماً على الصورة . وغالباً ما ينشأ الزن فى الصوت من إشارة الصورة ، أو من وصول نبضات الانحراف الرأسى إلى دوائر الصوت .

ويمكن حصر أنواع الزن فى الآتى :

- زن الصوت المشترك :

وسمى كذلك لأنه يحدث فى أجهزة الاستقبال التى تستخدم نظام الصوت المشترك . وينتج هذا النوع من الزن بسبب زيادة تعديل اتساع ٥,٥ ميجا ذ/ث لإشارة الصوت بواسطة نبضات الاطفاء الرأسى ، وعدم كفاية رفض تعديل الاتساع فى دوائر صوت تعديل التردد .

- زن « تعديل متخالط Cross-modulation » :

زيادة الحمل فى أى مرحلة مشتركة بين إشارات الصورة والصوت يمكن

أن تؤدى إلى تعديل متخالط يسمح لنبضات الاطفاء الرأسى بتوليد زن فى الصوت . ويلاحظ أن الزن فى هذه الحالة يتغير حسب محتويات الصورة مما يبين أنه بسبب وجود إشارة الصورة فى الصوت .

• زن الضغط العالى:

يتغير الضغط العالى الواصل إلى الشاشة حسب شدة تيار شعاع الكهارب المار بها . فكلما زاد التيار قل الضغط ، والعكس صحيح . ويقل التيار بشكل ملحوظ أثناء الاطفاء الرأسى بمعدل ٥٠ ذ/ ث ، مما يجعل الضغط العالى يتغير بنفس المعدل . فإذا حدث ربط بين دائرة الضغط العالي للشاشة ودائرة الصوت نتيجة وجود أى سعة شاردة ، يتولد زن فى الصوت يناظر ٥٠ ذ/ث (معدل نبضات الاطفاء الرأسى) . ويلاحظ أن هذا النوع من الزن يتغير حسب مقدار المعلومات المضيئة بالمنظر ، وكذلك حسب مقدار ضبط شدة الإضاءة ، ويعتمد على الضغط العالى .

• زن الانحراف الرأسى :

إذا حدث أى ربط بين دوائر الانحراف الرأسى ودوائر الصوت ، يمكن أن يتولد زن فى الصوت بمعدل ٥٠ ذ/ ث . ويلاحظ أن هذا النوع من الزن يظهر على جميع القنوات ، ولا يعتمد على معلومات الصورة ، ويعتمد على المذبذب الرأسى ، وتتغير نغمته بتغيير ضبط الثبات الرأسى .

• زن المحولات :

الاهتزازات الميكانيكية فى محول الخروج الرأسى ، أو محول المذبذب الرأسى ، أو محول وخانق وحدة التغذية ، يمكن أن تؤدى إلى زن ٥٠ ذ/ث . إذا تغيرت نغمة الزن بتغيير ضبط الثبات الرأسى ، يدل ذلك على أن الزن يتولد فى دوائر الانحراف الرأسى .

٩/١٤ تحديد الأعطال :

الخطوات المنطقية التى يمكن اتباعها لإصلاح جهاز تليفزيون كالآتى :

— ملاحظة ظواهر العطل لتحديد أى الأقسام فى الجهاز يحتمل وجود العطل بها.

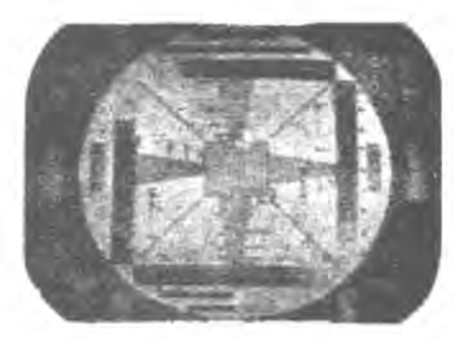
- الفحص الظاهرى للجهاز للأعطال الواضحة :
- ملاحظة تأثيرات وسائل الضبط فى القسم المشكوك فيه كوسيلة لحصر العطل .
- تراجع الصمامات الموجودة فى القسم المشكوك فيه ، أو تستبدل تلك الصمامات بأخرى موثوق من سلامتها .
- تستخدم أجهزة القياس فى فحص الجهاز لتحديد الأعطال .
- تراجع الضغوط والمقاومات فى القسم المشكوك فيه لتحديد القطع الإلكترونية التالفة .
- استبدل القطع المشكوك فيها بأخرى موثوق من سلامتها ، بناء على الاستدلالات المستنتجة من الاختبارات السابقة .
- استبدال القطع التالفة بأخرى سليمة وتركيبها فى الجهاز .
- تشغيل الجهاز للتأكد من سلامته وعدم وجود عيوب أخرى به .
- إذا وجدت عيوب أخرى بعد تشغيل الجهاز يتم اصلاحها بنفس الطريقـــة .
- يعمل للجهاز صيانة وقائية لتحسين تشغيله وإزالة احتمالات الأعطال التى قد تظهر بعد وقت قريب .

ونجد فيما يلى جداول مبسطة لتحديد الأعطال الشائعة مبين بها ظاهرة العطل وتحليله . وقد تم عمل هذه الجداول على أساس تقسيم الجهاز إلى الأقسام الآتية :

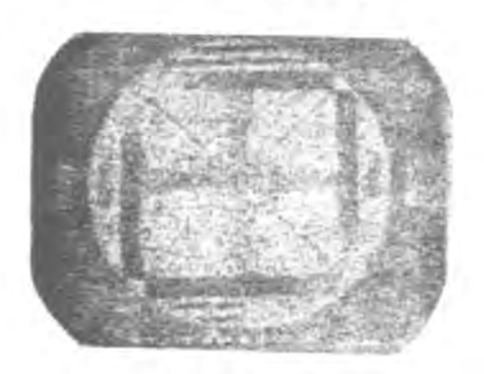
- الهوائى ومرحلى ى.ر ، ى.ن الصورة .
- مكبر الصورة والشاشة وملفات الانحراف .
- قسم الصوت .
- قسم الانحراف الرأسى .
- قسم الانحراف الأفقى .
- وحدة التغذية والضغط العالى .

١٤ / ١٠ أعطال الهوائى ومرحلتى ى.ر ، ى.ن الصورة :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– قناة واحدة لا تعمل أما بقية القنوات فتعمل بصورة طبيعية .	– اختبر منتخب القنوات . خطأ فى المذبذب المحلى . أوساخ على نقط توصيل القناة . إشارة الهوائى ضعيفة على القناة .
– صورة ضعيفة وتباين منخفض ، شكل (٩/١٤)	– إشارة الصورة الواصلة للشاشة غير كافية . الكسب قليل فى مكبر الصورة أو مرحلة ى.ن أو مرحلة ى.ر .



شكل (٩/١٤)



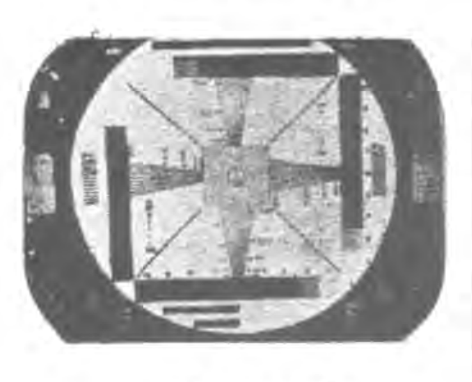
شكل (١٠/١٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– صورة ممطرة وتباين منخفض شكل (١٠/١٤)	– الصورة الممطرة تعنى إشارة ى.ر ضعيفة . إشارة هوائى غير كافية . مكبر ى.ر ضعيف .
– صورة غامقة جداً أو معكوسة وفقدان التزامن ، شكل (١١/١٤)	– صورة محمّلة أكثر من اللازم . إشارة هوائى زائدة ، أو انحياز شبكة غير كافى . تراجع دائرة ض ك أ .

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– أشباح فى الصورة ، شكل(١/١٤)	– يمكن أن تكون أشباح متولدة بالداخل أو مستقبلة من الخارج . تغير توجيه الهوائى أو يستخدم هوائى موجه أكثر .
– يظهر بعرض الصورة نموذج على شكل عضم سمكه خشن ، شكل (١٤/ ٦)	– تداخل من أجهزة طبية للعلاج بالانفاذ الحرارى تولد ترددات عالية .
– ظهور خطوط مائلة بالصورة ، شكل (١٤ / ٢)	– تداخل ى.ر .
– تغطى الصورة تموجات على شكل عضم سمكة خشن .	– تداخل تعديل تردد .
– تغطى الصورة خطوط أفقية مظلمة متقطعة ، شكل (١٤ / ٧)	– تداخل من شرارات الاحتراق أو من مُجمِّع موتور .
– الجهاز مضئ بدون صورة ، والصوت شغال .	– تراجع صمامات ى.ن ومكبر الصورة والضغوط .



شكل (١١/١٤)



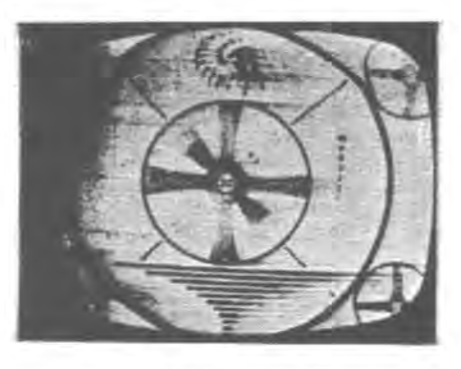
شكل (١٢/١٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– الجهاز مضيء بدون صورة ولا صوت .	– تراجع توصيلة الهوائى وخط التغذية ومنتخب القنوات ومرحلة ى.ن .
– بيان التفاصيل فى الاتجاه الأفقى قليل ، شكل (١٤ / ١٢)	– نقص فى الاستجابة للترددات المرئية العالية . ضيق عرض حزمة منحنى الاستجابة لمرحلتى ى.ر و ى.ن . عدم كفاية استجابة الترددات العالية لمنحنى مكبر الصورة .
– خطوط معكوسة بيضاء على يمين خطوط الصورة السوداء .	– زيادة فى الاستجابة للترددات المرئية العالية بمرحلة ى.ن أو مكبر الصورة .
– صورة ملطخة جداً ، شكل (١٤ / ١٣)	– زيادة فى الاستجابة للترددات المرئية المنخفضة مع تشويهوجه . يراجع ضبط مرحلة ى.ن ، وتنغيم المذبذب المحلى ، وقيمة مقاومة حمل كاشف الصورة .
– زوج من الخطوط الأفقية العريضة البيضاء والسوداء على الصورة .	– طنين ٥٠ ذ/ث على إشارة الصورة . والخطوط على الصورة فقط فى حالة طنين بمرحلة ى.ر أو ى.ن .
– خطوط صوت أفقية فى الصورة ، شكل (١٤ / ٥)	– مصايد موجات الصوت فى مرحلة ى.ن الصورة تحتاج لضبط . يراجع ضبط التنغيم الدقيق للمذبذب .

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– القنوات مختلفة مع بعضها	خطأ فى وضع شرائح الملفات الخاصة بكل قناة مكان بعضها فى منتخب القنوات نوع الشرائح .

١٤ / ١١ أعطال مكبر الصورة والشاشة وملفات الانحراف :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– الشاشة مظلمة والصوت طبيعى .	– لا يوجد ضغط عالى على الشاشة . زيادة الانحياز السالب مما يجعل الشاشة تصل إلى القطع . تراجع الضغوط الواصلة إلى أقطاب الشاشة المختلفة .
– نقص فى إضاءة الشاشة .	– الضغط العالى الواصل للشاشة غير كافى . زيادة الانحياز السالب للشاشة ، وجود أتربة على وجه الشاشة .

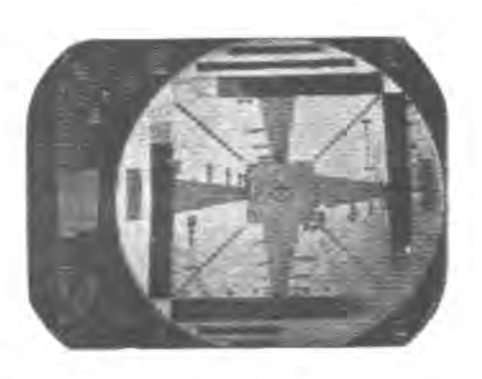


شكل (١٤/١٣)



شكل (١٤/١٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– إطار الخطوط كبير ولا يمكن تصغيره إلى الحجم الطبيعى بوسائل ضبط الارتفاع والعرض .	– ضغط لوح أنبوبة الشاشة منخفض .
– كل الصورة مائلة على الشاشة ، شكل (١٤/١٤)	– ملفات الانحراف مائلة .
– الصورة غير ممركزة (ليست فى المركز) ، شكل (١٥/١٤)	– يضبط تحكم المركزة .



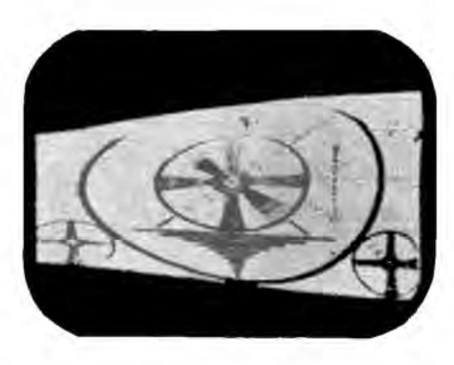
شكل (١٥/١٤)



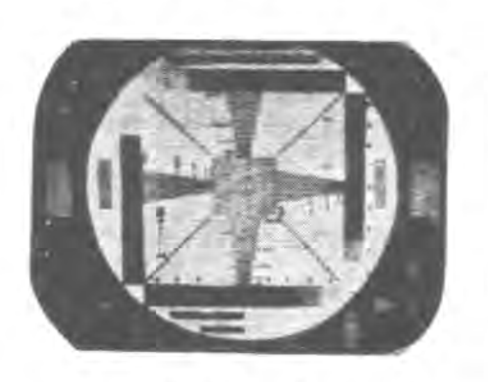
شكل (١٦/١٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– إطار الخطوط على هيئة شبه منحرف رأسى ، شكل (١٦/١٤) أو أفقى ، شكل (١٧/١٤)	– عيب فى ملفات الانحراف الأفقية أو الرأسية .
– إطار خطوط الرسم على هيئة برميل أو مخدة دبابيس .	– عيب فى ملفات الانحراف ، أو مغناطيسات التصحيح تحتاج إلى ضبط .

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– الصورة كلها « غير مركّزة » ، شكل (١٤/١٨)	– يراجع ضغط أو تيار التّركيز إن وجد . يجب أن يكون تحكم التّركيز له تأثير بتحريكه على كل من الجانبين لأحسن تركيز . إذا لم يكن لتحكم التّركيز تأثير فيحتمل وجود عطل بأنبوبة الشاشة نتيجة وجود غازات بها .



شكل (١٤/١٧)



شكل (١٤/١٨)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– رسم خطوط الصورة معكوس من اليمين لليسار أو من تحت إلى فوق .	– أسلاك التوصيل لملفات الانحراف الأفقية أو الرأسية معكوسة .
– الشاشة مضيئة والصوت طبيعى وبدون صورة .	– غالباً العطل فى مكبر الصورة .
– تداخل ٥,٥ ميجا ذ/ث على الصورة ، شكل (١٤/١٩)	– مصيدة موجات ٥,٥ ميجا ذ/ث فى مكبر الصورة تحتاج لضبط . يراجع ضبط التنغيم الدقيق للمذبذب .

تحليل العطل	ظاهرة العطل
– عطب فى أنبوبة الشاشة . انحياز سالب غير صحيح .	– لا يمكن التحكم فى شدة الإضاءة



شكل (١٤/٢٠)

شكل (١٤/١٩)

تحليل العطل	ظاهرة العطل
– نقص فى إشعاع مهبط أنبوبة الشاشة . ضغط فتيلة شاشة منخفض . تحميل زائد لكاشف أو لمكبر الصورة .	– صورة سالبة ، شكل (١٤/٢٠)
– طنين ٥٠ ذ / ث على إشارة الصورة يمكن أن يكون نتيجة تسرب بين فتيلة ومهبط صمام مكبر خروج الصورة ، أو من عدم سلامة ترشيح الضغط الموجب للوح الصمام	– يظهر على الشاشة خط أفقى مظلم ثابت فى مكانه أو يتحرك رأسياً . يلاحظ تشويه موجى فى الصورة . شكل (١٤/٢١)
– تراجع دائرة مرجّع التيار المستمر .	– أرضية الصورة لا تتبع التغير فى إضاءة المنظر .
– زيادة فى استجابة التّرددات	– الصورة ملطخة وبها خطوط ويوجد

ظاهرة العطل	تحليل العطل
نقص فى التفاصيل، شكل (١٣/١٤)	المنخفضة نتيجة زيادة قيمة مقاومة الحمل لكاشف الصورة أو لمكبر الصورة .



شكل (٢١/١٤)



(شكل ٢٢/١٤)

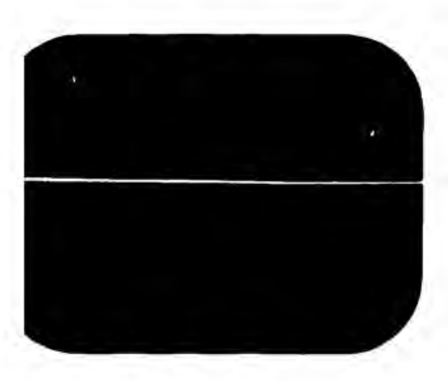
ظاهرة العطل	تحليل العطل
– أشباح فى الصورة شكل (٢٢/١٤)	– دق فى دائرة لوح مكبر الصورة نتيجة نقص قيمه مقاومة الحمل ، وتظهر فى جميع القنوات .
– أثر خلفى أبيض على يمين الصورة .	– نقص فى استجابة الترددات المنخفضة ، يمكن أن يكون نتيجة لنقص قيمة مقاومة الحمل فى دائرة لوح مكبر الصورة .
– تعرجات بالصورة على الجانب الأيسر ، شكل (٢٣/١٤)	– مكثف التوازن الموضوع على نصف ملف الانحراف الأفقى قيمته غير سليمة (مثلا ٥٦٠ µµ ر بدلا من ٥٦ µµ ر) .

١٤ / ١٢ أعطال قسم الصوت :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– لايوجد صوت والصورة طبيعية.	– تراجع ٥,٥ ميجا ذ / ث ى.ن الصوت ومكبر الصوت .
– صوت ضعيف .	– تراجع ٥,٥ ميجا ذ / ث ى.ن الصوت ومكبر الصوت .
– صوت مشوه .	– يراجع ضبط كاشف الصوت ومرحلة الصوت .
– طنين فى الصوت فقط .	– الطنين مع الإشارة ينشأ فى مرحلة ٥,٥ ميجا ذ / ث ى.ن الصوت . الطنين مع أو بدون الإشارة ينشأ فى مرحلة الصوت .
– زن فى الصوت .	– تراجع دائرة رفض الصورة وضبط كاشف الصوت للتوازن .



شكل (٢٣/١٤)



شكل (٢٤/١٤)

١٤ / ١٣ أعطال قسم الانحراف الرأسى :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– لا يوجد غير خط أفقى مضئ على الشاشة . شكل (١٤ / ٢٤)	– لا يوجد انحراف رأسى . يراجع المذبذب الرأسى والخروج الرأسى .
– ارتفاع الرسم غير كاف ولا يملأ ارتفاع الشاشة ، شكل (١٤/٢٥)	– انحراف رأسى غير كاف . يراجع المذبذب الرأسى والخروج الرأسى .
–.شريط أفقى مضىء فى أعلى أو أسفل الرسم .	– انحراف رأسى غير خطى مزدحم ، يراجع ضبط الارتفاع والخطية الرأسية . العطل فى المذبذب أو المكبر الرأسى .

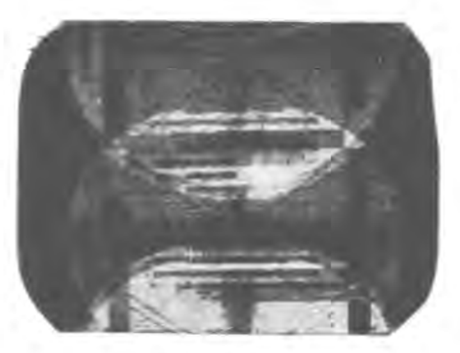


شكل (١٤/٢٥)

(شكل ١٤/٢٦)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– تجمع الصورة وتفرقها عند أعلى وأسفل الشاشة ، شكل (١٤/٢٦)	– انحراف رأسى غير خطى ، يراجع ضبط الارتفاع والخطية . ضعف المذبذب أو المكبر الرأسى .
– صورتان قصيرتان بعرض الشاشة أحدهما فوق الأخرى ويفصلهما	– تردد المذبذب الرأسى نصف القيمة الصحيحة . الشريط الأسود

ظاهرة العطل	تحليل العطل
شريط أفقى مظلم .	نتيجة إطفاء الارتداد الرأسى . تراجع زيادة م ش س ر بدائـــرة شبكة المذبذب الرأسى .
– النصف الأسفل للصورة مركب على النصف الأعلى لها . يظهر جزء من الصورة معكوس رأسياً .	– تردد المذبذب الرأسى ضعف القيمة الصحيحة . يراجع انقاص م ش س ر بدائرة شبكة المذبذب الرأسى .
– الصورة تلف رأسياً . يمكن ايقافها ولكن لا يمكن تثبيتها ، شكل (١٤ / ٢٧) .	– تزامن رأسى غير كافى ، تراجع دوائر التزامن الرأسى .
– الصورة تلف رأسياً وتنزلق أفقياً .	– تزامن رأسى وأفقى غير كافى ، تراجع دوائر التزامن المشتركة . تراجع إشارة الصورة بخصوص تزامن عادى .
– ترتعش الصورة رأسياً أو أفقياً دون الرسم .	– تزامن رأسى أو أفقى متقطع ، يراجع محول المذبذب . كذلك يمكن أن تحدث رعشة أفقية للصورة نتيجة دائرة ضابط التردد الأوتوماتيكى .



شكل (٢٧/١٤)



شكل (٢٨/١٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– تحابك ضعيف ، بيـــان التفاصيل الرأسية ضعيف .	– تراجع دائرة التكامل الأفقى . حدوث ربط بين نبضات الانحراف الأفقى فى الجهاز ودائرة التزامن الرأسى .
– انطواء الجزء الأسفل من الصورة ، شكل (١٤ / ٢٨) .	– قِصَر فى مكثف الربط بـــين المذبذب الأفقى ومكبر الخروج الأفقى .

١٤ / ١٤ أعطال قسم الانحراف الأفقى :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– الرسم ضيق والعرض غير كافى ، شكل (١٤ / ٢٩)	– اتساع الانحراف الأفقى غير كافى . يراجع المذبذب الأفقى والمكبر والكابت . انخفـــاض الضغط الموجب (ب +) .
– شريط رأسى مضىء على يسار الصورة .	– « دق Ringing » فى دوائر الخروج الأفقى .

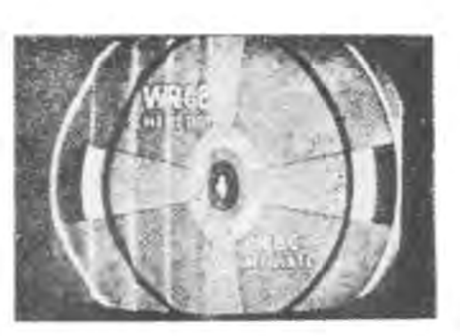


شكل (١٤/٢٩)



شكل (١٤/٣٠)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– شريط عريض مضيء على يسار الصورة ، مع انطواء ونقص فى العرض ، شكل (١٤ / ٣٠)	– الكبت فى دائرة الخروج الأفقى غير كافى . يراجع صمام ودائرة الكابت .
– شريط رأسى مضيء على يســـار أو يمين الصورة .	– رسم الخطوط الأفقية غير خطى ومزدحم .
– شرائط رأسية مضيئة قرب منتصف الصورة وعلى يسارها ، شكل (١٤ / ٣١)	– التشغيل الأفقى زائد . يضبط التحكم فى التشغيل . يراجع ضغط الدخول وانحياز الشبكة لمكبر الخروج الأفقى .
– انطواء فى الصورة عند الحـــافة اليسرى أو اليمنى .	– وقت الارتداد الأفقى كبير ، أو خطأ فى فرق الوجه بين الارتداد الأفقى والاطفاء .
– ازدحام الصورة فى جهة اليسار أو اليمين وتباعدها فى الجهة الأخرى .	– رسم الخطوط الأفقية غير خطى . يراجع تحكم كل من العرض والتشغيل والخطيـــة . ضعف المذبذب الأفقى أو المكبر أو الكابت.



شكل (١٤/٣١)



شكل (١٤/٣٢)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– تعرج بنفس الاتجاه عند حافتى الصورة اليسرى واليمنى ، شكل (١٤ / ٣٢)	– طنين مضاف فى دوائر الانحراف الأفقى يزيح خطوط الرسم حسب تردد الرنين . موجتان جيبيتان عند كل حافة تبين طنين ١٠٠ ذ / ث من وحدة التغذية .
– تعرج بعكس الاتجاه عند حافتى الصورة اليسرى واليمنى .	– طنين ٥٠ أو ١٠٠ ذ / ث بدائرة الانحراف الأفقى . يراجع تسرب طنين ٥٠ ذ / ث بين فتيلة ومهبط المذبذب الأفقى أو المكبر أو الكابت .
– شريط رفيع مظلم رأسى على جانب الصورة الأيسر ، شكل (١٤ / ٣٣) .	– تذبذب «باركهوزن Barkausen » بصمام الخروج الأفقى . يتطلب انقاص التشغيل الأفقى أو تغيير الصمام . يمكن أن يكون كذلك توافقات نبضة تيار الكابت .



شكل (١٤/٣٣)



شكل (١٤/٣٤)

ظاهرة العطل	تحليل العطل
- صورتان ضيقتان تشغل كل الارتفاع بجوار بعضها ويفصلها شريط رأسى مظلم .	- تردد المذبذب الأفقى نصف القيمة الصحيحة ، الخط المظلم نتيجة الاطفاء الأفقى . يراجع مش سر بدائرة شبكة المذبذب الأفقى . تراجع دائرة ضابط التردد الأوتوماتيكى (ضوء أ) .
- نصف الصورة الأيمن مركب على نصفها الأيسر . يظهر جزء من الصورة معكوس أفقياً .	- تردد المذبذب الأفقى ضعف القيمة الصحيحة ، يراجع مش سر بدائرة المذبذب الأفقى ، تراجع دائرة ضابط التردد الأوتوماتيكى .
- الصورة تنزلق أفقياً وتتمزق إلى قطع قطرية . يمكن ايقافها ولكن لا يمكن ثباتها أفقياً ، شكل (١٤ / ٣٤) .	- التزامن الأفقى غير كاف ، أو عطل فى دائرة ضابط التردد الأوتوماتيكى .
- انحناء بالصورة ولكن ليس بالرسم :	- طنين فى التزامن الأفقى ، أو تزامن أفقى ضعيف .



شكل (١٤/٣٥)



شكل (١٤/٣٦)

تحليل العطل	ظاهرة العطل
– انحناء فى أعلى الصورة فقط .	– تزامن أفقى ضعيف بعد الاطفاء الرأسى مباشرة .
– عدم ثبات الصورة أفقياً عند تغيير القنوات .	– يراجع ضبط ضىء أ . ثابت زمن مرشح ضىءأ كبير .
– يتغير حجم الصورة مع ارتفاع الصوت .	– صمام بدائرة الانحراف الأفقى « ميكروفونى Microphonic » .
– جزء جوهرى من الصورة مضغوط لبعضه أفقياً .	– اتساع تيار أسنان المنشار فى ملفات الانحراف الأفقى ينقص خلال جزء من الانحراف الرأسى . تسرب بين الفتيلة والشبكة الحاكمة لصمام الخروج الأفقى يغير نقطة التشغيل للصمام ينتج عنه هذا التأثير . العطل فى صمام الخروج الأفقى .
– الشاشة مظلمة ولا يوجد غير خط رأسى مضىء فى منتصفها ، شكل (١٤ / ٣٥) .	– لا يوجد انحراف أفقى . العطل فى ملفات الانحراف الأفقى ، وليس فى المذبذب الأفقى ولا فى صمام الخروج الأفقى ، بدليل وجود ضغط عالى لظهور ضوء على الشاشة.

١٤ / ١٥ أعطال وحدة التغذية والضغط العالى :

ظاهرة العطل	تحليل العطل
– الجهاز غير شغال بدون إضاءة ولا صوت .	– تراجع توصيلة الكهربا من المنبع إلى الجهاز ومفتاح التوصيل ، وكذلك التواشج والمصهر إن وجد. إذا كانت فتايل اللمبات مضيئة

ظاهرة العطل	تحليل العطل
	يدل ذلك على وصول الكهربا للجهاز . احتمال العطل فى وحدة التغذية .
- الصورة منكمشة أفقياً ورأسياً والإضاءة ضعيفة والصوت عادى ، شكل (١٤ / ٣٦) .	— الضغط الموجب لوحدة التغذية (ب +) منخفض . راجع ضغط المنبع وضغط الموحد .
- الشاشة غير مضيئة والصوت عادى .	— احتمال وجود عيب فى الضغط العالى ، أو عيب فى دائرة فتيلة الشاشة ، أو فى الضغوط الواصلة لأقطاب الشاشة . تراجع الضغوط الواصلة للشاشة .
- تغير حجم الصورة ووضوحها بتغيير ضبط تحكم شدة الإضاءة :	— نقص فى تنظيم الضغط العالى .
- زيادة فى عرض الصورة أو ارتفاعها والصورة ضعيفة .	— الضغط العالى منخفض .
- خطوط فى الصورة والهوائى مفصول.	— « حدوث قوس كهربائى Arcing » فى وحدة الضغط العالى، تقطيع مكثف ربط فى مرحلة و.ن أو مكبر الصورة :
- شريط مظلم على الصورة وتموجات ، شكل (١٤ / ٢١) .	— طنين ٥٠ ذ / ث . الشريط المظلم نتيجة طنين فى دائرة شبكة الشاشة ، والتموجات نتيجة طنين بدائرة الانحراف الأفقى . يراجع التنعيم فى وحدة التغذية والتسرب بين الفتيلة والمهبط فى الصمامات .

١٤ / ١٦ الصيانة الوقائية :

بعد إصلاح العطل المطلوب إصلاحه فى جهاز التليفزيون ، يجب إصلاح جميع ما يظهر بعد ذلك من أعطال أخرى ، بالإضافة إلى عمل صيانة وقائية . وذلك بغرض تحسين عمل الجهاز ، وإزالة احتمالات الأعطال التى يتوقع ظهورها قريباً فيما بعد . ونجد فيما يلى نقط عامة لعملية الصيانة الوقائية :

- تستبدل لمبات الإضاءة المحروقة فى الجهاز .
- إصلاح الهوائى ووصلة د.ر .
- يركب للمفاتيح السائبة سوست زنق .
- تربط كل التركيبات السائبة
- ينظف الشاسيه من الأتربة وما إلى ذلك .
- تنظف علبة الضغط العالى من الداخل ووصلاته .
- تنظف الشاشة .
- يفتش فى الشاسيه عن القطع المحمَّلة بالزائد مثل المقاومات المحروقة أو المكثفات زائدة الحرارة ، وتستبدل بقطع ذات مقننات سليمة :
- يطرق على الشاسيه والصمامات برفق لاظهار الوصلات السائبة والصمامات « الميكروفونى Microphonic » . تصلح الوصلات السائبة وتستبدل الصمامات الميكروفونى .
- ينظف أو يستبدل أى مجزئ ضغط به عيب مثل الشوشرة أو عاطل .
- تنظف أسطح التوصيل بمنتخب القنوات التى فقدت لمعانها أو التى تسبب شوشرة فى الصورة أو الصوت.
- يفتش عن أى شرارة أو « تفريغ هالى Corona » . وتزال أسبابها إن وجدت .
- يفتش عن أى صمامات لا تعمل جيداً . وتستبدل جميع الصمامات الضعيفة أو التالفة :

- إذا كانت جودة الصورة منخفضة ، أو إذا استبدلنا عدة صمامات فى منتخب القنوات أو مرحلة ى.ن ، يعمل منحنى استجابة للدائرة المعنية ، ويعاد ضبط الدائرة إذا استدعى الأمر .
- يعاد ضبط مذبذب ى.ر المحلى إذا اقتضت الضرورة ذلك .
- تضبط وسائل الضبط بالجهاز .
- ينظف الزجاج الواقى وتلمع الكابينة .

١٤ / ١٧ استبدال القطع الالكترونية :

يمكن تقسيم القطع الإلكترونية إلى الآتى :

(أ) القطع « الغير فعالة Passive » مثل المقاومات والمكثفات .

(ب) القطع « الفعالة Active » مثل الصمامات والنصف موصلات (الترانزستور والثنائى البللورى) .

(حـ) القطع المميزة للدائرة مثل منتخب القنوات وملفات الانحراف ومحول الضغط العالى واللوحة المطبوعة وما شابه ذلك .

وسنتكلم فيما بعد عن القطع الفعالة . أما القطع المميزة فقد تعرضنا لها بالشرح أثناء شرح الدوائر المختلفة ، ما عدا اللوحة المطبوعة التى سنتكلم عليها أيضاً فيما بعد .

هناك اعتباران رئيسيان عند استبدال القطع الإلكترونية فى جهـــاز التليفزيون . الاعتبار الأول هو أن تكون القطعة البديلة مناظرة للقطعة المستبدلة كهربياً . أما الاعتبار الثانى فهو أن القطعة البديلة تناظر القطعة المستبدلة « طبيعياً Physically » .

التناظر الكهربى بين القطع البديلة والمستبدلة يضمن سلامة التشغيل. فمثلا إذا استبدلنا ملفات انحراف بأخرى غير مناظرة لها . فقد يؤدى عدم التناظر هذا إلى عيوب ، مثل عدم كفاية الانحراف وعدم الخطية و « الدق Ringing » فى الرسم و « الطوى Foldover » .

التناظر الطبيعى بين القطع البديلة والمستبدلة يضمن سلامة التركيب . فحجم القطعة البديلة يجب أن يكون هو نفس حجم القطعة المستبدلة حتى يمكن تركيبها على الشاسيه بدون أدنى صعوبة . أما إذا اضطرتنا الظروف لغير ذلك ،



شكل (١٤ / ٣٧) : منظر « لوحة مطبوعة » من أسفل ومن أعلا .
من أسفل تظهر الدائرة المطبوعة ، ومن أعلا تظهر القطع المجمعة .

ولم يكن فى الامكان الحصول على بديل مناظر طبيعياً ، فإننا نحتاج إلى بعض التعديلات عند التركيب .

تنطبق شروط التناظر الكهربى والطبيعى على جميع قطع جهاز التليفزيون ويجب التيقظ فى تطبيق شروط التناظر وخاصة عند استبدال الملفات والمحولات والخوانق ومجزئات الضغط ومكثفات الترشيح والمقاومات عالية القدرة وقواعد الصمامات والأجزاء الخاصة بما فى ذلك الأجزاء المعدنية .

عند استبدال المقاومات يجب ملاحظة المواصفات الخاصة بكل من القيمة والقدرة و « التفاوت Tolerance » والحجم الطبيعى والمميزات الخاصة . وفى حالة استبدال المكثفات تراعى مواصفات القيمة والنوع و « ضغط الانهيار Breakdown Voltage » والتفاوت والخواص الحرارية والحجم الطبيعى .

هذا بالإضافة إلى أن التصرف المبنى على أساس نظرى وخبرة عملية مطلوب . ولنأخذ مثلا المقاومة الربع وات التى قيمتها أكثر من واحد كيلو أوم والموجودة فى دائرة لوح مرحلة ى.ر بغرض « فك التقارن Decoupling » هذه المقاومة يمكن أن تسبب مشاكل عندما ترتفع درجة حرارتها كثيراً وتزيد قيمتها . ومن المستحسن استبدالها بمقاومة أخرى تناظرها ، ولكن قدرتها تكون نصف وات بدلا من ربع وات ، لتفادى الارتفاع فى درجة الحـــرارة .

١٤ / ١٨ صيانة الصمامات والثنائى البللورى :

(أ) عادة توضع الصمامات على قواعد يسهل تركيبها فيها ورفعها منها مما يجعل استبدال الصمام شىء سهل . لذلك لن يكون هناك داعى للكلام على استبدال الصمامات ، ولكن يمكن ذكر توصيات بخصوص الاستخدام السليم للصمامات كما يلى :

- يجب أن تلاحظ بعناية المقننات التى يعطيها الصانع للصمام .
- لا يجب أن يتغير ضغط فتيلة الصمام بأكثر من ٧٪ من القيمة المقننة .
- فرق الجهد بين المهبط والفتيلة يجب ألا يزيد عادة عن ١٥٠ فولت ، إلا إذا كان الصمام قد صمم خاصة لتشغيل تيار متغير وتيار مستمر (ت غ / ت س : AC/DC) .
- يجب أن تكون التهوية كافية لضمان سلامة حرارة الصمام فى كل وقت .
- يجب أن توصل دائماً « مقاومة حدية Limiting Resistance » على التوالى مع صمام التوحيد ، عندما يستخدم مرتبطاً مع مكثف ترشيح دخول .
- من غير المرغوب فيه عادة استخدام طرف احتياطى لتجمع توصيلات .

- يجب أن يوجد دائماً بين كل قطب والمهبط مسار تيار مستمر ، ويجب أن تكون مقاومة تلك المسارات أقل قيمة عملية .
- يجب أن تكون الحرارة المبدَّدة عند الأقطاب أقل ما يمكن . والأسباب الشائعة للتبدد الزائد هى : عدم سلامة تنغيم الدوائر المصاحبة ، أو الزيادة الغير ضرورية لتيارات عدم الإشارة ، أو التذبذب الطفيلى .

(ب) يركب عادة الثنائى البللورى فى جهاز التليفزيون بواسطة كلبسات أو « لف السلك Wire Wrapping » أو اللحام . والكلبسات تساعد على سهولة التركيب والفك . ويجب أن تكون الكلبسات زمبركية المسك وخالية من الصدأ . لضمان سلامة التوصيل الطبيعى والكهربى .

تستخدم طريقة لف السلك فى المصانع بواسطة أداة لف السلك التى تلف طرف القطعة الإلكترونية بأحكام حول طرف توصيل . ويعض طرف القطعة وطرف التوصيل فى بعضهما بدرجة تضمن سلامة التوصيل الميكانيكى والكهربى بينهما . ويمكن فك هذا النوع من التوصيل وإعادة توصيله إما بطريقة اللف نفسها أو بطريقة اللحام .

يحتاج لحام أو فك لحام الثنائى البللورى إلى عناية فائقة . إذ أن حرارة اللحام قد تتلف البللورة بصفة دائمة . إذا عزلنا الثنائى البللورى على أنه مصدر العطل فى الجهاز ، فيجب عدم فك لحام الثنائى البللورى إلا بعد اختبار القطع الإلكترونية الأخرى المحتمل حدوث العطل بها .

عند احتمال تلف الثنائى البللورى وضرورة فك لحامه للتأكد من ذلك ، يجب إعطاء عملية فك اللحام عناية خاصة حتى لا يتلف الثنائى البللورى أثناء ذلك إذا كان سليما . ويتبع فى ذلك أن نمسك طرف الثنائى البللورى بزرادية لتفصل بينه وبين كاوية اللحام المستخدمة فى فك اللحام حتى لا تتلفه حرارتها ، على أن يتم فك اللحام بسرعة لكيلا نترك مجالاً لوصول الحرارة إلى الثنائى

البلورى . وتستخدم نفس الطريقة عند اللحام ، أى زرادية لمص الحرارة وأقل كمية حرارة وبأسرع ما يمكن .

١٣ / ١٩ اللوحة المطبوعة وصياتها :

يمكن القول بأن استخدام اللوحة المطبوعة فى أجهزة التليفزيون قد بدأ فى الانتشار عام ١٩٥٦ ، ثم استمر منذ ذلك الحين . ويظهر أن هذا الاتجاه سيستمر ، لأنه يوفر فى التكاليف من حيث اليد العاملة والمواد ، ويساعد على تصغير الحجم وانتظام التشغيل ، كما أنه خطوة نحو التجميع الأوتوماتيكى لجهاز التليفزيون .

واللوحة المطبوعة تصنع من لوحة من مادة بلاستيكية رقائقية عازلة ، يلصق جيداً على أحد أوجهها رقيقة من النحاس الموصل . تطبع الدائرة المطلوبة على الوجه النحاسى بحبر مقاوم للأحماض . تغمس اللوحة فى حامض ، فتزال طبقة النحاس ، ما عدا فى الأماكن المغطاة بالحبر . يزال الحبر بعد ذلك فتظهر الدائرة مطبوعة بالنحاس الموصل .

تفتح ثقوب فى اللوحة فى مواضع أطراف القطع الإلكترونية .وتركب القطع فى أماكنها من ناحية الوجه العازل ، وتوضع أطرافها فى الثقوب فتظهر من الجهة الأخرى التى بها الدائرة الموصلة . يغمس الوجه الذى عليه الدائرة الموصلة فى حمام قصدير منصهر ، فتلحم جميع أطراف القطع بالدائرة الموصلة فى عملية واحدة . وبهذا نكون قد وصلنا القطع إلى الدائرة ، والكل مجمع على لوحة واحدة .

من ميزات اللوحة المطبوعة أنه يمكن طبع رموز القطع (م و س مثلا) وأرقامها بالحبر بجوار مواضع القطع على الوجه العازل للوحة . وهذا يساعد على سهولة تركيب القطع أثناء التجميع ، كما يساعد على سهولة الوصول إليها أثناء عمليات الصيانة . ومن جهة أخرى نجد أن تتبع دائرة غير معروفة أثناء

الصيانة يكون فى حالة اللوحة المطبوعة أصعب منه فى حالة التوصيل العادى بالأسلاك ، ويمكن اعتبار ذلك مأخذاً .

تتطلب صيانة اللوحة المطبوعة الآتى :

- يجب تجنب تلف رقيقة النحاس عند تغيير قطع فى اللوحة المطبوعة . ويمكن إصلاح أى كسر فى رقيقة النحاس بلحامها بالقصدير مباشرة أو بواسطة شعرة سلك .
- يجب عدم استخدام ضغط زائد أو فتل عند تغيير قطع فى اللوحة المطبوعة .
- الحرارة الزائدة تعرض اللوحة المطبوعة للتلف .
- يجب أن يتم اللحام بسرعة مع استخدام أقل كمية من القصدير .
- عند تركيب القطع يجب تلافى وضع كمية كبيرة من القصدير ، أو ترك القصدير يسقط بين التوصيلات المختلفة ، وإلا أحدث قصر بالدائرة سواء دائم أو متقطع .
- تراجع الدائرة المطبوعة جيداً لملاحظة حدوث كسر فى التوصيلات أو وجود قصر بينها . وكذلك نلاحظ أى لحام جاف ، وإزالة أى قصدير ساقط فى غير مكانه بالخطأ .
- يطلى الوجه الموصل للوحة المطبوعة بلك راتنج سليكونى ، لحمايته من الأتربة أو الرطوبة التى تحدث قصر بالدائرة .

ملخص (١٤)

١ - يمكن تقسيم وسائل الضبط عموماً فى جهاز التليفزيون الحديث إلى ثلاثة فئات : وسائل ضبط للتشغيل ، وسائل ضبط للصيانة ، ووسائل ضبط لتنغيم الجهاز .

٢ – أسباب ظهور الأشباح فى الصورة التليفزيونية هى : تعدد مسارات الإشارة الواصلة إلى هوائى الاستقبال ، انعكاسات فى خط التغذية الواصل بين الهوائى والجهاز ، الالتقاط المباشر لإشارة ى.ر بواسطة خط تغذية طويل أو منتخب القنوات ، نتيجة استجابة الجهاز الزائدة للترددات المرئية العالية .

٣ – ينشأ عن تداخلات ى.ر الآتى : تداخل الموجة الحاملة ، وتداخل تعديل الاتساع ، وتداخل تعديل التردد . ويمكن دخول تداخلات ى.ر إلى جهاز التليفزيون عن طريق الهوائى وخط التغذية ، أو أن يلتقطها الشاسيه مباشرة ، أو تتسرب عن طريق منبع القدرة .

٤ – تحدث الأجهزة الطبية والأجهزة الكهربية شوشرة بجهاز التليفزيون .

٥ – الطنين فى الصوت يكون نتيجة لتداخل الموجة الجيبية للمنبع بمعدل ٥٠ ذ / ث . أما الزن فعبارة عن خروشة فى الصوت بمعدل ٥٠ ذ / ث لنبضات الاطفاء والتزامن الرأسية ، كما ينشأ أيضاً من تداخل إشارة الصورة فى الصوت .

٦ – يمكن حصر أنواع الزن فى الآتى : زن الصوت المشترك – زن تعديل متخالط – زن الضغط العالى – زن الانحراف الرأسى – زن المحولات .

٧ – تم عمل جداول مبسطة لتحديد الأعطال الشائعة مبيناً بها ظاهرة العطل وتحليله .

٨ – بعد إصلاح العطل المطلوب إصلاحه فى جهاز التليفزيون ، تعمل صيانة وقائية بغرض تحسين عمل الجهاز وإزالة احتمالات الأعطال التى يتوقع ظهورها قريباً .

٩ – يمكن تقسيم القطع الإلكترونية إلى الآتى : قطع غير فعالة – قطع فعالة – قطع مميزة . وعند استبدال القطع يجب أن تكون القطع البديلة مناظرة للقطع المستبدلة كهربياً وطبيعياً .

١٠ – يجب أن تراعى الارشادات الخاصة بصيانة الصمامات والثنائى البللورى واستبدالها .

١١ – استعمال اللوحة المطبوعة يوفر فى التكاليف من حيث اليد العاملة والمواد ، ويساعد على تصغير الحجم وانتظام التشغيل ، كما أنه خطوة نحو التجميع الأوتوماتيكى لجهاز التليفزيون .

أسئلة (١٤)

١ – ما الذى يجب مراعاته عند تركيب جهاز التليفزيون ؟

٢ – اذكر أسماء مفاتيح ضبط التشغيل التى توجد عادة فى جهاز التليفزيون ، وبين عمل كل منها ، والدائرة التى يؤثر فيها .

٣ – ما هى وسائل الضبط التى توجد عادة داخل جهاز التليفزيون ولا يمكن الوصول إليها إلا بعد فك الظهر الخلفى للجهاز أثناء الصيانة ؟ وما عمل كل منها ؟ وما الدائرة التى تتأثر بها ؟

٤ – اذكر سببين لظهور الأشباح فى الصورة التليفزيونية ، وطرق معالجتها .

٥ – ما هى السمات المميزة لتداخل تعديل التردد فى الصورة التليفزيونية ؟

٦ – ما وسائل تسرب تداخلات ى.ر الخارجية إلى داخل جهاز التليفزيون ؟

٧ – ما تأثير الشوشرة الناتجة عن الأجهزة الطبية والأجهزة المنزلية الكهربية على جهاز التليفزيون ؟

٨ – كيف يمكن تحديد أسباب الطنين بناءً على طريقة تأثيره على الصورة والرسم والصوت ؟

٩ – ما هو الزن ؟ وما أنواعه ؟

١٠ – مطلوب تحليل العطل بناء على الظاهرة الآتية :

(أ) صورة ممطرة وتباين منخفض .

(ب) خطوط معكوسة بيضاء على يمين خطوط الصورة السوداء .

(ح) خطوط صوت أفقية فى الصورة .

(د) إطار الخطوط على هيئة شبه منحرف رأسى أو أفقى .

(هـ) صورة سالبة .

(و) الصورة تلف رأسياً ، يمكن إيقافها ولكن لا يمكن تثبيتها .

(ز) شريط رفيع مظلم رأسى على جانب الصورة الأيسر .

(ح) الجهاز غير شغال بدون إضاءة ولا صوت .

١١ – ما هى الصيانة الوقائية ؟ وما الغرض منها ؟

١٢ – ما الواجب مراعاته عند استبدال القطع الإلكترونية فى جهاز التليفزيون ؟

١٣ – لماذا يحتاج لحام أو فك لحام الثنائى البللورى إلى عناية فائقة ؟ وكيف يتم ذلك ؟

١٤ – ما هى اللوحة المطبوعة ؟ وما طرق صيانتها ؟

١٥ – ما هى الظواهر التى نحصل عليها نتيجة لحدوث الأعطال التالية بجهاز التليفزيون ؟

(أ) لا يوجد انحراف رأسى .

(ب) لا يوجد ضغط عالى على الشاشة .

(ح) تردد المذبذب الرأسى نصف القيمة الصحيحة .

(د) حدوث قصر فى مكثف الربط بين المذبذب الأفقى ومكبر الخروج الأفقى .

(هـ) التشغيل الأفقى زائد .

(و) الضغط الموجب لوحدة التغذية (ب +) منخفض .



دوائر التليفزيون

بعد أن درسنا فى الأبواب السابقة الأنواع المختلفة لدوائر التليفزيون المتفرقة ، سنقدم فى هذا الباب ٦ دوائر كاملة لأجهزة تليفزيون حقيقية ، وقد راعينا فى اختيار هذه الدوائر أنها تمثل أحجاماً مختلفة (١٤" و ١٦" و ١٩" و ٢٣") وتكنيك مختلف (يابانى – أمريكى – أوروبى) .

والدوائر التى سنقدمها على الترتيب كالآتى :

الشكل الأول	: دائرة جهاز ١٤"	– تكنيك يابانى
الشكل الثانى	: دائرة جهاز ١٦"	– تكنيك يابانى
الشكل الثالث	: دائرة جهاز ١٩"	– تكنيك أمريكى
الشكل الرابع	: دائرة جهاز ٢٣"	– تكنيك أمريكى
الشكل الخامس	: دائرة جهاز ٢٣"	– تكنيك أوروبى
الشكل السادس	: دائرة جهاز ٢٣"	– تكنيك أمريكى

وجدير بالذكر أن جميع هذه الطرازات قد صنعت بالجمهورية العربية المتحدة ، وهى شائعة الاستعمال محلياً .

ورغم أن ما درسناه فى الأبواب السابقة يكفينا لتفهم هذه الدوائر ، إلا أنه من الأفضل أن نقدم شرحاً مقتضباً لدائرة جهاز ١٤" الأولى كمثال .

شرح مقتضب لدائرة جهاز ١٤" :

منتخب القنوات :

من نوع الشرائح ، وله عشر قنوات . ويستخدم صماماً ثلاثياً مزدوجاً نوع PCC88 ككبر كاسكود فى دائرة تكبير د.ر . وصمام PCC88 له حساسية عالية جداً ونسبة إشارة للشوشرة ممتازة . ويستخدم صمام نوع PCF80 ثلاثى خماسى لدائرتى المذبذب والمازج .

مرحلة د.ن الصورة :

يوصل خروج المازج إلى دخول مكبر د.ن عن طريق وسيلة ربط لها معاوقة منخفضة ، لكى تمنع تداخل الحث الخارجى . ويستخدم الصمام EF184 ذو الكسب الكبير فى مرحلة تكبير

ﻭ.ﻥ ﺍﻟﺜﺎﻟﺜﺔ . ﻭﻟﻤﻨﻊ ﺗﺪﺍﺧﻼﺕ ﺍﻟﻘﻨﻮﺍﺕ ﺍﻟﻤﺠﺎﻭﺭﺓ ﺗﺴﺘﺨﺪﻡ ﻣﺼﺎﻳﺪ ﻣﻮﺟﺎﺕ ﻣﻨﻐﻤﺔ ﻋﻠﻰ ٣١٫٩ ﻣﻴﺠﺎﺫ/ﺙ ﻭ ٤٠٫٤ ﻣﻴﺠﺎﺫ / ﺙ .

ﺩﺍﺋﺮﺓ ﺽ ﻙ ﺃ :

ﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﺽ ﻙ ﺃ ﻣﻦ ﻧﻮﻉ ﺧﺎﺹ ﻣﺘﻮﺳﻂ ﺍﻟﻘﻴﻤﺔ ، ﻭﻓﻴﻪ ﻧﺄﺧﺬ ﺿﻐﻂ ﺍﻧﺤﻴﺎﺯ ﺛﺎﺑﺖ ﻣﻦ ﺷﺒﻜﺔ ﺍﻟﺼﻤﺎﻡ PL36 ﻭﻧﺮﻛﺒﻪ ﻋﻠﻰ ﺿﻐﻂ ﺧﺮﻭﺝ ﻛﺎﺷﻒ ﺍﻟﺼﻮﺭﺓ . ﻭﻳﻜﻮﻥ ﺿﻐﻂ ﺽ ﻙ ﺃ ﺍﻟﻮﺍﺻﻞ ﺇﻟﻰ ﻣﻜﺒﺮ ﻭ.ﺭ ﺃﻗﻞ ﻧﺴﺒﻴﺎً ﻣﻦ ﺍﻟﻮﺍﺻﻞ ﺇﻟﻰ ﻣﺮﺣﻠﺔ ﻭ.ﻥ ، ﻣﻤﺎ ﻳﺠﻌﻞ ﻣﻜﺒﺮ ﻭ.ﺭ ﻳﻌﻤﻞ ﺑﻜﺴﺐ ﺃﻛﺒﺮ ، ﻓﻨﺤﺼﻞ ﻋﻠﻰ ﻧﺴﺒﺔ ﺇﺷﺎﺭﺓ ﻟﻠﺸﻮﺷﺮﺓ ﺃﺣﺴﻦ .

ﺩﺍﺋﺮﺓ ﻣﻜﺒﺮ ﺍﻟﺼﻮﺭﺓ :

ﺗﺴﺘﺨﺪﻡ ﺻﻤﺎﻡ EL180 ﺍﻟﺬﻯ ﻟﻪ ﻛﺴﺐ ﻛﺒﻴﺮ ﻭﺳﻤﺎﺡ ﻛﺒﻴﺮ ﻟﻔﻘﺪ ﺍﻟﻠﻮﺡ ﻭﺍﻟﺸﺒﻜﺔ ، ﻭﻫﺬﻩ ﺍﻟﺪﺍﺋﺮﺓ ﺗﻌﻄﻰ ﺗﺒﺎﻳﻦ ﻣﺮﺿﻰ ﻋﻨﺪ ﺃﻋﻠﻰ ﺷﺪﺓ ﺇﺿﺎﺀﺓ . ﻭﻣﻜﺒﺮ ﺍﻟﺼﻮﺭﺓ ﻟﻪ ﻛﺴﺐ ﻣﻨﺘﻈﻢ ﺣﺘﻰ ﺣﻮﺍﻟﻰ ٦ ﻣﻴﺠﺎﺫ / ﺙ .

ﺩﺍﺋﺮﺓ ﺍﻟﺼﻮﺕ :

ﻧﺄﺧﺬ ﻣﻦ ﻛﺎﺷﻒ ﺍﻟﺼﻮﺭﺓ ﺇﺷﺎﺭﺓ ٥٫٥ ﻣﻴﺠﺎﺫ / ﺙ ﻭ.ﻥ ﺍﻟﺼﻮﺕ . ﻭﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﺍﻟﻘﺴﻢ ﺍﻟﺨﻤﺎﺳﻰ ﻟﺼﻤﺎﻡ 8A8 ﻛﻤﻜﺒﺮ ﻭ . ﻥ ﺍﻟﺼﻮﺕ . ﻭﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﺍﻟﺼﻤﺎﻡ 6DT6 ﻛﻤﺤﺪﺩ ﻭﻛﺎﺷﻒ ﺻﻮﺕ . ﻛﻤﺎ ﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﺍﻟﺠﺰﺀ ﺍﻟﺨﻤﺎﺳﻰ ﻟﺼﻤﺎﻡ PCL82 ﻛﻤﻜﺒﺮ ﺧﺮﻭﺝ ﺍﻟﺼﻮﺕ .

ﻗﺴﻢ ﺍﻻﻧﺤﺮﺍﻑ ﺍﻟﺮﺃﺳﻰ :

ﻣﺬﺑﺬﺏ ﺍﻻﻛﺘﺴﺎﺡ ﺍﻟﺮﺃﺳﻰ ﻋﺒﺎﺭﺓ ﻋﻦ ﻣﺬﺑﺬﺏ ﻣﺘﻌﺪﺩ ﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﺍﻟﺼﻤﺎﻡ PCL85 ﺍﻟﺬﻯ ﻳﻘﻮﻡ ﻛﺬﻟﻚ ﺑﻌﻤﻞ ﻣﻜﺒﺮ ﺧﺮﻭﺝ ﺭﺃﺳﻰ . ﻭﻳﻮﺟﺪ ﺗﺤﻜﻢ ﺍﺭﺗﻔﺎﻉ ﻭﺗﺤﻜﻢ ﺧﻄﻴﺔ ﻭﺗﺤﻜﻢ ﺧﻄﻴﺔ ﻓﺮﻋﻴﺔ . ﻫﺬﺍ ﺑﺎﻹﺿﺎﻓﺔ ﺇﻟﻰ ﺃﻥ ﺍﻟﺤﺠﻢ ﺍﻟﺮﺃﺳﻰ ﻭﺍﻟﺨﻄﻴﺔ ﺍﻟﺮﺃﺳﻴﺔ ﻻ ﻳﺤﺪﺙ ﻟﻬﺎ ﺗﻐﻴﻴﺮ ﺇﺫﺍ ﺗﻮﻟﺪﺕ ﺣﺮﺍﺭﺓ ﺩﺍﺧﻞ ﺍﻟﺠﻬﺎﺯ ﺃﺛﻨﺎﺀ ﺍﻟﺘﺸﻐﻴﻞ . ﻭﺫﻟﻚ ﻷﻧﻪ ﻗﺪ ﺭﻛﺐ ﻣﻊ ﻣﻠﻔﺎﺕ ﺍﻻﻧﺤﺮﺍﻑ ﺍﻟﺮﺃﺳﻰ « ﺛﺮﻣﺴﺘﻮﺭ Thermistor » (ﻣﻘﺎﻭﻣﺔ ﺫﻭ ﻣﻌﺎﻣﻞ ﺣﺮﺍﺭﻯ ﺳﺎﻟﺐ ﻛﺒﻴﺮ) .

ﻗﺴﻢ ﺍﻻﻧﺤﺮﺍﻑ ﺍﻷﻓﻘﻰ :

ﺩﺍﺋﺮﺓ ﺽ ﻭ ﺃ ﻣﻦ ﻧﻮﻉ ﻋﺮﺽ ﺍﻟﻨﺒﻀﺔ ، ﻟﻀﻤﺎﻥ ﺍﻻﺳﺘﻘﺮﺍﺭ ﺍﻷﻓﻘﻰ . ﻭﺻﻤﺎﻡ ﺍﻟﺨﺮﻭﺝ ﺍﻷﻓﻘﻰ ﻧﻮﻉ PL36 . ﻭﺻﻤﺎﻡ ﺍﻟﻜﺎﺑﺖ PY88 ﻳﻌﻄﻰ ﺗﻴﺎﺭ ﻗﻤﺔ ﻛﺒﻴﺮ ﻋﻨﺪ ﺿﻐﻂ ﻣﻨﺨﻔﺾ ﻧﺴﺒﻴﺎً .

ﻭﺣﺪﺓ ﺍﻟﺘﻐﺬﻳﺔ :

ﻳﻤﻜﻦ ﺗﺸﻐﻴﻞ ﺍﻟﺠﻬﺎﺯ ﻋﻠﻰ ١١٠ ﻭ ٢٢٠ ﻓﻮﻟﺖ ، ﻭﻳﺴﺘﺨﺪﻡ ﻓﻰ ﺩﺍﺋﺮﺓ ﺍﻟﻀﻐﻂ ﺍﻟﻤﻮﺟﺐ (ﺏ +) ﻋﺪﺩ ﺍﺛﻨﻴﻦ ﻣﻮﺣﺪ ﺳﻴﻠﻴﻜﻮﻥ ﻧﻮﻉ FR-1 . ﻭﺗﻴﺎﺭ ﺍﻟﻔﺘﺎﻳﻞ ﻳﺴﺎﻭﻯ ٣٠٠ ﻡ ﺃ ، ﻭﺍﻟﻔﺘﺎﻳﻞ ﻣﻮﺻﻠﺔ ﻋﻠﻰ ﺍﻟﺘﻮﺍﻟﻰ ، ﻓﺮﻋﺎﻥ ﻓﻰ ﺣﺎﻟﺔ ١١٠ ﻑ ، ﻭﻓﺮﻋﺎً ﻭﺍﺣﺪﺍً ﻓﻰ ﺣﺎﻟﺔ ٢٢٠ ﻑ .

الأمن الصناعي بورشة إصلاح التليفزيون

١٦ / ١ إجراءات الأمان والنظافة بورش التليفزيون :

يميل الإنسان عامة إلى الاعتقاد بأن الخطرين الوحيدين المعرض لهما العامل الذى يشتغل بأعمال التليفزيون هما :

(أ) الصدمات الكهربية .

(ب) السقوط من على السطح عند تركيب الهوائى .

ولكنه توجد كذلك عدة أخطار لا تظهر مضاعفاتها بسرعة ، رغم أن لها نفس الخطورة . ومن الطبيعى أن كل إنسان يهتم بقوانين أمان معينة لحماية نفسه . ولكن لكى يحمى نفسه ، يجب أن يعرف أولا الأخطار المعرض لها .

واجراءات الأمان ليست أساسية للصحة فقط ، بل لها أيضاً أهمية قصوى فى تسيير أعمال الورشة سيراً حسناً . وأهم شىء فى هذا كله هو :

ضرورة المحافظة على نظافة ورشتك ، وهذا يعنى ضمن أشياء أخرى أن الأرضية يجب أن تكون نظيفة دائماً ، وألا يوجد عليها أجزاء أو عدة نفايات . وفى الورشة الحسنة التنظيم ، لا يكفى أن يكون لكل قطعة من العدة مكاناً صحيحاً ، بل يجب أن تعلق فى مكانها فى حالة عدم استعمالها .

ويستحسن استخدام صندوق من مادة غير قابلة للاشتعال لنضع به النفايات ، ويفضل أن يكون من المعدن ، ولذلك يجب عدم استخدام صناديق الكرتون . ويحتاج تخزين المواد الملتهبة إلى عناية خاصة . فيجب عدم وضعها بجوار نار مشتعلة أو بجوار أى مسخن . ويجب حفظ فوط التنظيف فى صندوقين ، واحد للفوط النظيفة وآخر للقذرة .

١٦ / ٢ الحماية من الماكينات والمسنات والمثاقيب :

(أ) الماكينات :

عند العمل بالماكينات يجب عدم ارتداء ملابس متدلية (كالكرافتات وغيرها) . كما يجب أن تحاذر حتى لا يدخل شعرك بين أجزاء ماكينة تدور . وبعد انتهاء عمل الماكينة ، يقطع التيار عنها مباشرة وتنظف ، ولكن العادات الحسنة كثيراً ما تنسى فى أغلب الورش .

(ب) المسنـــات :

لا تنسى وضع عوينات على عينيك قبل البدء فى عملية السن . وأحذر من أن تضبط الماكينة أو تحركها وهى تشتغل . والوضع الصحيح للمسن يكون بحيث تجد مكاناً كافياً بين حجر الجلخ والحامل الموضوع عليه حتى لا تنحشر اليد أو الأصابع بينهما . كن أكثر حذراً عند سن الأدوات الحادة مثل بنط المثاقيب وغيرها ، لأنه إذا أفلتت الأداة من يدك فيمكن أن ينتج عن ذلك ضرر خطــير .

يجب تجهيز الحامل قبل استعمال المسن ، على أساس أن السن على جانب حجر الجلخ يجب تجنبه ما أمكن .

(حـ) المثاقيب :

من الضرورى حماية المحرك والسيور . وإذا لزم الأمر ثبت قطعة الشغل فى الطاولة قبل البدء فى عملية الثقب . وهذا مهم ، خاصة فى حالة القطع الصغيرة والألواح المعدنية ، لأنه كلما صغرت القطعة كلما زاد احتمال وقوع حوادث .

استخدم مواد التشحيم إذا لزم الأمر ، ولا تضغط المثقاب بقوة على الشغل . واستخدم سرعة الثقب الصحيحة ما أمكنك ذلك ، وعند عمل ثقوب واسعة ابدأ دائماً ببنطة رفيعة .

١٦ / ٣ مطفئات الحريق :

فيما يتعلق بحدوث قصر فى الدائرة أو شرارات كهربية ينتج عنها حريق ، تستخدم فى الورش بعض أنواع مطفئات الحريق التى يمكن تقسيمها إلى المجاميع الآتية :

(أ) مضخات مملوءة بثالث كلوريد الكربون :

هذا السائل غير موصل ، لذلك لا ينتج عنه أخطار من الناحية الكهربية .

(ب) مطفئات ثانى أوكسيد الكربون :

ذات أحجام مختلفة ، وهى تصلح لإطفاء الحرائق الكهربية خاصة .

(حـ) ٢,٥ جالون من محلول الصودا لإطفاء النار :

هذا المطفئ يناسب المكاتب وما شابهها . واسطوانة هذا المطفىء يجب ان تقلب عند الاستعمال ، وتحتوى على محلول من الماء وبيكربونات الصوديوم . وبما أن هذا المحلول موصل فلا يلائم استعمالات الورش .

(د) مطفىء الرغاوى :

هذا المطفىء هو الآخر لا يلائم الحرائق الكهربية ، ولكنه يلائم اخماد الزيت المحترق ، والدهن وما شابهها .

١٦ / ٤ الأبخرة الضارة بالصحة :

فى ورش التليفزيون تستخدم عدة سوائل يتصاعد منها أبخرة ضارة بالصحة عند استنشاقها لوقت طويل . وبعض هذه السوائل أو أبخرتها تسبب — زيادة على ذلك — أمراضاً جلدية إذا تعرض لها الجلد وقتاً كافياً . والتأثير السام يتراكم على فترات مختلفة ، أى أنه فى كل وقت يتعرض فيه الشخص للأبخرة تزيد درجة التسمم نظراً لأنه بمجرد امتصاص جسمه لهذه الأبخرة تبقى فيه ولا يتخلص منها مطلقاً . لذلك يجب أن تكون التهوية كافية ، وأن يوجد سحب وتجديد هواء وخاصة عند رش الدوكو واللاكيه .

وعلى العموم يستحسن آن نحذر من جميع السوائل المتطايرة : وإذا كان السائل يستخدم فى إزالة الدهون ، يمكن أن نتأكد من الآتى :

(أ) استنشاق أبخرة هذا السائل مضرة جداً بالصحة .

(ب) إذا لامس الجلد هذا السائل أو تعرض له باستمرار ، ينتج عن ذلك فى بعض الأحيان طفح جلدى دائم .

إذا كان ولا بد من استخدام سوائل متطايرة ، تأكد من أن التهوية جيدة أو اعمل هذا فى الهواء الطلق ، واحذر من أن تعمل هذا فى حجرة صغيرة رديئة التهوية . كما يجب وضع بطاقات واضحة على الزجاجات التى تحتوى على هذا السائل ، مع احكام اغلاقها بسدادات الفلين : لا تحاول أن تميز السائل عن طريق شمه .

الأبخرة الأخرى التى يجب عدم استنشاقها هى :

- الأبخرة المتصاعدة من القصدير المنصهر .
- الأبخرة المتصاعدة من البلاستيك المحروق .
- السليلوز المحروق قد يجعل الشخص يفقد حتى وعيه .

التفلون Teflon ، وهو أحد المواد العازلة ، يعطى أبخرة فلور فى درجات الحرارة المرتفعة . لذلك لا تحاول معرفة مواد البلاستيك بأن تسخنها بالكاوية ثم تشمها .

وموحد السلينيوم المحترق يعتبر كذلك مصدراً للخطر . فهذا النوع من الموحدات عندما يحدث به قصر ينبعث منه أوكسيد السلينيوم ، وهو غاز سام جداً ذو رائحة كريهة . فمجرد أن يميز أنفك هذه الرائحة ، الق الموحد حالا فى الهواء الطلق ، وافتح جميع النوافذ ، واخرج من الحجرة .

بعض المكثفات تحتوى على زيت صناعى . وعندما ترتفع حرارة تلك المكثفات يحتمل أن يقفز غطاءها . وفى هذه الحالة حاذر من الغازات المتصاعدة ولا تلمس الزيت . وبعض هذه الزيوت إذا سخنت يتصاعد منها

غاز الفوسجين ، وهو أحد الغازات السامة التى كانت مستخدمة فى الحرب العالمية الأولى .

١٦ / ٥ الغبار والأتربة ومناولة الشاسيه :

جزيئات الغبار التى تتصاعد أثناء ثقب أو نشر أو برد الفيليت أو الفيبر أو الميكا . . . الخ . لها تأثيرات ضارة . زيادة على ذلك ، فبعض الناس ذوى حساسية شديدة للغبار المعدنى الناتج عن نشر وبرد وثقب المعادن . ونفس الشيء يمكن قوله بالنسبة للغبار الأوكسيدى الذى ينشأ أثناء تنظيف النحاس الأحمر أو الأصفر بالسنفرة أو بالفرشة السلك . وهناك بعض الأشخاص ذوى حساسية زائدة بالنسبة للغبار العادى ، الذى توجد غالباً طبقة سميكة منه على كل شاسيهات أجهزة التليفزيون القديمة . لذلك لا تنفض الغبار من فوق الشاسيه فى الورشة ، بل أعمل ذلك إن أمكن فى الهواء الطلق تحت الريح .

شاسيهات أغلب الأجهزة التى استخدمت بعض الوقت تغطى بطبقة سميكة من الأتربة ؛ لذلك يجب تداولها بنفس الحذر الذى تعامل به كل الأشياء القذرة . فالجروح والخدوش التى تنشأ عن هذا يجب تنظيفها حالا وتطهيرها ثم تضمد جيداً . ونفس الشيء ينطبق عند وخز الجلد بطرف سلك حاد أو بآلة مدببة ، أو حرق بكاوية ساخنة أو مقاومة أو صمام .

يجب ألا تترك الشاسيهات على الأرض ، بل توضع على طاولة أو ما شابه ذلك . وأثناء العمل بالشاسيه ، من الملائم أن نوقفه على جانب محول القدرة لأنه أثقل جزء فيه ، أو على جانب محول الضغط العالى لكى يسنده . وفى أى من الحالات يجب التأكد من أن الشاسيه متوازن جيداً فى وضعه . وقد يستدعى ذلك تزويده بقضبان ساندة ، أو حامل شاسيه ، حتى لا يقع على أى شاشة مجاورة ، أو أى أجهزة قريبة .

١٦ / ٦ مناولة أنبوبة الشاشة :

ولو أن خطر انفجار شاشة التليفزيون أثناء مناولتها يعتبر نادراً ، بفرض العناية بعدم ترك عنق الشاشة يصطدم بالشاسيه أو بطاولة التشغيل أو ما إلى ذلك ، إلا أنه يمكن حدوث ذلك ، ويجب دائماً اتخاذ احتياطات للحماية من تأثير مثل هذا الانفجار . فالتفريغ العالى لأنبوبة الشاشة يعنى أن الضغط على غلافها الزجاجى عالى جداً ، إذ يقدر بأكثر من طن على الشاشة الصغيرة الحجم نسبياً . وعندما تسقط الشاشة أو تنضغط ضد شيء حاد ، يحتمل أن يتناثر زجاجها بسرعة عالية فى كل اتجاه . ولذلك من الأفضل لبس قفازات وعوينات واقية طول وقت مناولة الشاشات .

ويجب دائماً رفع الشاشة وحملها بوضع إحدى اليدين تحت واجهتها ، وهذه اليد تقوم بعملية الرفع ويرتكز عليها الثقل . أما اليد الأخرى فتوضع على القمع لتجعل الشاشة ثابتة . وهذا يجنب وقوع أى إجهاد على الواصلة بين القمع والعنق ، وهى أضعف جزء فى الشاشة ميكانيكياً .

لا يسمح أبداً بوضع الشاشة ووجهها لأسفل على سطح صلب عارى (سطح طاولة التشغيل أو ما شابه ذلك) ، لأن ذلك يسبب حدوث خدوش على وجه الشاشة تؤثر على مظهر الصورة . كما أن احتمال انفجار الشاشة يزيد جداً إذا خدش سطح الزجاج . ومن الأفضل وضع الشاشة على قطعة لباد أو أى قماش سميك أو حتى على عدة أفرخ ورق .

ولنتذكر أن الطبقة الموصلة الداخلية والخارجية للشاشة تكون مكثفاً . فإذا حدثت مناولة للشاشة عندما يكون هذا المكثف مشحوناً ، يمكن أخذ صدمة كهربية قد يكون رد فعلها هو إلقاء الشاشة على الأرض . ويمكن تفادى هذه المخاطرة بأن نراعى دائماً توصيل القطب النهائى للشاشة بالطبقة الموصلة الخارجية ، وذلك عند فك الشاشة من الشاسيه أو من الكابينة .

عند تركيب الشاشة يراعى عدم استخدام القوة أثناء وضع ملفات التحريك

حول العنق ، كما يراعى عدم زيادة شد رباط تثبيت الشاشة حولها أثناء تركيبه . لأن هذا إذا لم يكن فى حد ذاته سبباً فى كسر الشاشة ، إلا أن زيادة الضغط على الشاشة نتيجة لذلك يجعلها أكثر تعرضاً للكسر عند تعرضها لأى صدمة عارضة .

بمرور الزمن يتكون غشاء من الأتربة على وجه الشاشة تحت تأثير الجذب الكهروستاتيكى . ويمكن إزالة هذا الغشاء بمسح وجه الشاشة بقطعة قماش لينة ومبللة قليلا ، ثم تجفيفها جيداً بعد ذلك . كما يمكن استعمال تحضيرات « ضد الاستاتيكية Anti-Static » ، مع مراعاة تعليمات الصانع .

١٦ / ٧ الضغط العالى :

عند الاشتغال بضغط عال ، تأكد من أن الأرضية التى تقف عليها معزولة ، وضع يدك التى لا تشتغل بها خلف ظهرك أو فى جيبك .

مصدر الضغط العالى بجهاز التليفزيون يكون مصدراً لخطر الصدمات الكهربية . وغالباً يوضع مصدر الضغط العالى هذا داخل قفص معدنى . ويجب اتخاذ الحذر أثناء العمل فى تلك المنطقة .

يجب عدم مناولة موحد الضغط العالى وصمامات الخروج الأفقى عندما تكون شغالة والكهرباء موصلة إليها . ويمكن تمييز موحد الضغط العالى وصمام الخروج الأفقى بسهولة ، لأنها توضع فى — أو بالقرب من — قفص الضغط العالى ، كما أن واصلة اللوح توجد غالباً بأعلى هذه الصمامات .

وتوصيلة الضغط العالى التى تخرج من قفص الضغط العالى إلى لوح الشاشة يجب ألا تمسك وبها كهرباء . كما أن هذه التوصيلة يجب أن تكون بعيدة عن الشاسيه وتوصيلات الأرض .

الاسعافات الأولية فى حالة الحوادث

١٦ / ٨ إرشادات عامة فى حالة الحوادث :

- كن هادئاً وتحرى بالضبط ما حدث .
- إذا اكتشفت وجود خطر (غازات سامة أو تيار كهربى مثلا) يهدد:
  (أ) نفسك ، اتخذ إجراءات الحماية .
  (ب) أناساً لم يتأثروا به بعد ، حذرهم وأرجوهم أن يحتاطوا .
  (ح) ضحية ، حاول إيقاف استمرار مفعول الخطر حالا .
  فإذا كان متأثراً بغاز خانق ، اخرج المصاب من الحجرة .
  فى حالة النزيف ، أوقفه بضماد معقم .
- إذا لزم الأمر استدعى طبيباً أو عربة اسعاف ؛ واشرح للطبيب باختصار طبيعة الحادث واذكر الاصابات .
- ابعد المتفرجين وقوى الروح المعنوية للمصاب .
- اترك المصاب راقداً (مستريحاً) فى الوضع الذى وجد فيه : وفك أى ملابس ضاغطة على جسمه ، ولا تنزع من ملابسه إلا القليل حتى لا يشعر بقشعريرة . غطى المصاب ودفئه إلا فى حالات ضربة الشمس ونوبات الاغماء والتعرض للحرارة ؛
- خذ النبض وتأكد من أنه يتنفس بانتظام .
- قبل أن تحضر الطبيب تأكد من وجود ماء مغلى وماء بارد وماء دافىء وفرشة أظافر وصابونة .

١٦ / ٩ معالجة الجروح والنزيف :

لا تلمس الجروح مطلقاً واجعل المصاب يبعد يديه عنها . عالج الجرح وهو جاف دون أن تستخدم محلولات سائلة إلا فى حالة الجروح السطحية . فى هذه الحالة الأخيرة استعمل كمية صغيرة من صبغة يود ٦٪ أو مركريكروم ٢٪ على الجرح وحوله ، ثم ضع رباطاً معقماً عليه .

فى حالة الجروح الكبيرة اسند الجزء المصاب (بقطعة خشب أو جبيرة) .

لا تهمل أبداً حتى الجروح الصغيرة لأن احتمال التقيح موجود دائماً .

يمكن تقسيم النزيف إلى نزيف خارجى وداخلى . ويمكن تقسيم ذلك مرة أخرى إلى :

(أ) نزيف شريانى — ينزف دماً أحمر فاتحاً من الجروح فى نبضات متوالية .

(ب) نزيف وريدى — ينزف دماً أحمر غامقاً من الجروح .

(حـ) نزيف من الشعيرات الدموية — نزيف بسيط .

فى الحالة (أ) : اقفل الشريان بين الجروح والقلب بأن تضغطه على العظام التى تحته باستخدام ضاغط معقم . وإذا تعذر قفل الشريان اضغط أطراف الجرح على بعضها . وفى حالات الضرورة أوقفه بادخال السبابة أو الابهام فى الجرح .

فى الحالة (ب) : استخدم ضاغطاً معقماً (فك الملابس الضيقة ورباط الجوارب) .

فى الحالة (حـ) : استخدم رباطاً معقماً .

النزيف الداخلى :

اترك المصاب يرقد متمدداً (فى الوضع الذى وجدته فيه) . اجعله يستريح بقدر الامكان . لا يجب اعطاءه أى شىء ليشربه فى جميع الحالات ، ولا تترك صنبور مياه مفتوحاً قريباً من المصاب . وكقاعدة فى أغلب حالات

النزيف : أرقد المريض – غطه ودفئه – اتركه فى هدوء – استخدم ضاغطاً معقماً – اترك الأجزاء المصابة مرفوعة إلى أعلى – اختبر الحالة العامة للمصاب (النبض – التنفس . . . الخ) .

لا يستخدم ضاغط الشرايين إلا فى الحالات القصوى .

ضاغط الشرايين :

(أ) استخدم ضاغط شرايين واربطه باحكام .

(ب) فك ضاغط الشرايين إلى مجرد بدء النزيف ثانياً .

(حـ) اربط ضاغط الشرايين نصف لفة وثبته على هذا الوضع .

(د) علق بضاغط الشرايين ورقة مكتوب عليها متى بدأت استعماله (لا يجب تركه أكثر من ساعة) .

(و) اكتب حرف ض (ضاغط) على جبهة المصاب أو على ملابسه .

(و) افحص بانتظام الحالة العامة للمصاب ، ولضاغط الشرايين ، وللضمادة .

١٠/١٦ الصدمات الكهربية :

– اقطع التيار . إذا كان المصاب معلقاً على سلك ، تذكر أنه يحتمل وقوعه ، حاول مسكه .

– إذا كان يمسك السلك وهو واقف على الأرض ، فحثه حالا على أن يقفز فى الهواء حتى ينقطع اتصاله بالأرض .

– إذا لم تتمكن من قطع التيار ، وصل السلك الذى يحمل التيار بالأرض وذلك بأن تلقى عليه سلك أو قضيب . . الخ ، إن أمكن ، متصل بماسورة مياه أو بنقطة أرض جيدة أخرى .

– إذا لم يمكنك عمل ذلك ، اجذب المصاب وأنت واقف على قطعة كاوتشوك أو خشب جاف أو بطانية (بالطو) جافة ، ولف قطعة

قماش حول يديك واجذب المصاب من ملابسه من على السلك (لا تمسك جسمه بيديك عاريتين مطلقاً) ، أو يستحسن أن تبعده بعصا جافة أو بقطعة خشب جافة .

بالنسبة للحالات العامة يكون المصاب واعياً – فاقد الوعى – يعانى من الصدمة – ميتاً ظاهرياً أو ميتاً . وفى العادة توجد به حروق على اليد مثلا (الدخول) وعلى القدمين (الخروج) . ضمد تلك الجروح . لا تلصق عليها شريطاً أبداً . عند ملاحظة عدم وجود نبض أو تنفس ، يمكن أن يكون المصاب فى حالة موت ظاهرى . وفى تلك الحالة ابدأ حالا بالتنفس الصناعى وتدليك القلب . ويجب أن يستمر التنفس الصناعى حتى يبدأ المصاب فى التنفس أو حتى يعلن الطبيب وفاته .

١١/١٦ التنفس الصناعى :

توجد عدة طرق للتنفس الصناعى سنشرح إحداها الآن .

رقد المصاب ووجهه إلى الأرض ويداه متقاطعتان تحت جبهته . اركع على ركبة إلى جانب رأس المصاب وأمامها قليلا . ضع قدمك الأخرى منبسطة على الأرض بالقرب من مرفق المصاب ، وضع قدم الشخص المساعد مبين فى شكل (١/١٦ أ) .

عملية الزفير شكل (١٦ / ١ ج ، د) تتم كالآتى :

ضع اليدين منبسطتين على ظهر المصاب ، راحة اليد على لوح الكتف ، والابهام يشير إلى العمود الفقرى . حرك اليدين ببطء إلى الأمام واركز على ذراعيك الممدودتين ، وبذلك تبذل ثقلا متزايداً .

عملية الشهيق شكل (١٦ / ١ و ، ف) تتم بالطريقة الآتية : بينما تدع يديك تنزلق على كتفى المصاب وذراعيه . أمسك ذراعيه من عند المرفقين . وارفعهما إلى أعلى ، وفى نفس الوقت حرك جسمك إلى الخلف وحافظ على ذراعيك منفردتين . هذا برفع الجزء الأمامى لجسم المصاب من الأرض بعض

الشيء . ثم تعاد الأذرع ثانية إلى الأرض ، وتكرر العملية ثمانى مرات فى الدقيقـــة . كل شهيق أو زفير يدوم حوالى ٤ ثوان .

عمليات التنفس الصناعى تتم كالآتى :

١- ابدأ العلاج حالا ، فك الملابس الضيقة ، وإذا لزم الأمر أفرغ ما بالفم ، ابعد الأسنان الصناعية . . . الخ .

٢- أرقد المصاب ووجهه إلى الأرض مع وضع جبهته (وليس فمه) على ذراعيه المطويتين .

٣- اضرب عدة مرات قليلة على ظهر المصاب بين لوحى الكتف بيدك وهى مفرودة ليخرج لسانه إلى الأمام .

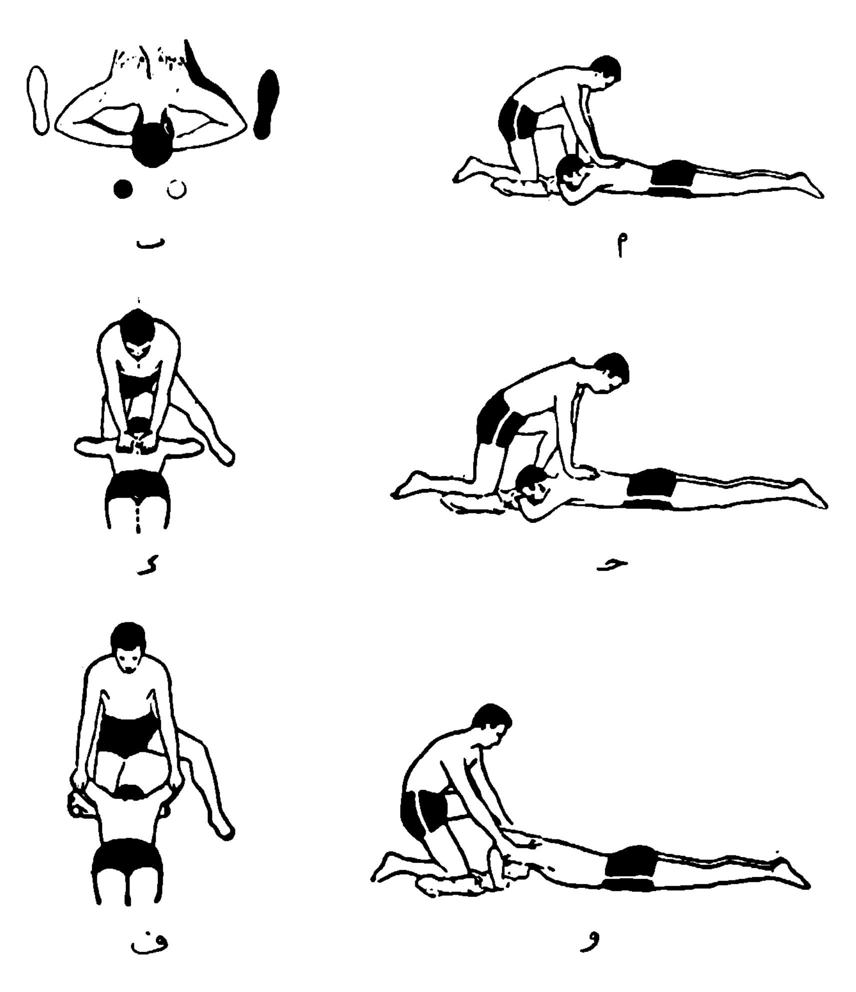
٤- اركع على إحدى ركبتيك بجانب رأس المصاب وأمامها قليلا ، وضع قدمك إلى جانب مرفقه فى الجانب الآخر . ويجب أن يكون جسمك فى خط مستقيم مع جسم المصاب ، وذراعيك المفرودة . يجب أن تمتد إلى الأمام حتى تضع يديك على لوحى كتف المصاب ، ومعصميك فوق الحافة العليا للوحى الكتف . وهذا هو وضع الابتداء .

٥- اطرح جسمك إلى الأمام مع بقاء ذراعيك مفرودتين حتى يأخذا وضعاً رأسياً . ويجب أن يكون الضغط خفيفاً ، كما يجب عدم استخدام قوة (تستمر حوالى ٢,٥ ثانية) .

٦- اجعل يديك تنزلق على ذراعى المصاب حتى تصل فوق مرفقه (لمدة ثانية تقريباً) ، ثم ارفع كتفيه وذراعيه إلى أعلى قليلا ، وفى نفس الوقت اجذبه قليلا بأن تنطرح إلى الخلف (حوالى ٢,٥ ثانية) .

٧- اترك ذراعى المصاب تتدليان ، وضع يديك ثانية على كتفيـــه (حوالى ١ ثانية) .

٨- يجب تكرار الحركات ٥ و ٦ و ٧ (حوالى ٧ ثوان) . ينتج عن هذا ثمانى حركات تنفس فى الدقيقة .



شكل (١/١٦) : الأوضاع المختلفة للتنفس الصناعى

(أ) الوضع الابتدائى .

(ب) الوضع الصحيح للركبة والقدم واليدين .

(حـ) الخطوات من ٤ إلى ٥ لحركات الزفير .

(د) الزفـــير .

(و) الخطوات من ٦ إلى ٧ لحركات الشهيق .

(ف) الشهيق .

الاصطلاحات والرموز والوحدات

الاصطلاحات

A

Active components قطع فعّالة

Admittance المسايرة أو المسامحة

Adaptor مهايئ

Aerial هوائى

Transmitting aerial
هوائى ارسال

Receiving aerial
هوائى استقبال

After glow التوهج البَعدى

Aling يضبط

Alignment of set ضبط الجهاز

Alternating current
تيار متغير (ت غ AC)

Aluminising الألمنة

Air-gap ثغرة هوائية

Air-trimmer مكثف ضبط هوائى

Ampere أمبير

Amplification factor معامل التكبير

Amplifier مكبر

Amplitude اتساع

Amplitude limiter محدِّد الاتساع

Amplitude modulation
تعديل الاتساع

Anode لوح (آنود) ، مصعد

Antenna هوائى

Antenna matching transformer
محول توفيق الهوائى

Antenna array صف هوائيات

A-power supply
وحدة تغذية فتايل الصمامات

Arcing حدوث قوس كهربى

Arc welding لحام القوس

Aspect ratio نسبة الشكل

Attenuate يضعف أو يضمحل

Attenuation اضمحلال

Attenuator مُضْعِف

Audio سمعى أو صوتى

Audio frequency
ترددات صوتية (ذ ص AF)

Automatic frequency control
ضابط تردد أوتوماتيكى (ض ذ ا AFC)

Automatic gain control
ضابط كسب أوتوماتيكى ض ك ا AGC

Automatic volume control
ضابط جهارة أوتوماتيكي ض ج ا AVC

Autotransformer محول ذاتي

Average value متوسط القيمة

B

Back porch الرواق الخلفي

Baffle board لوحة احباط

Balanced line خط متوازن

Balancing capacitor مكثف موازنة

Band حزمة

Band-pass filter مرشح تمرير حزمة

Band spread مط الحزمة

Band width عرض الحزمة

Barkhausen باركهوزن

Barkhausen oscillation
تذبذب باركهوزن

Bass نغمات منخفضة

Beam شعاع

Beam power tube
صمام القدرة الاتجاهية

Beat frequency تردد التضارب

Bias انحياز

Bi-directional antenna
هوائي ثنائي الاتجاه

Bifilar coil ملف ثنائي السلك (بيفيلار)

Black level مستوى الأسود

Blacker-than-black region
منطقة الأسود من الأسود

Blanking pulse نبضات اطفاء

Block diagram رسم مربعات

Blocking المنع أو الحجز

Blocking capacitor
مكثف حجز أو منع (مكثف ربط)

Blocking oscillator المذبذب المانع

Bonded C R T شاشة مربوطة

Boosted B+
ضغط موجب معزز (ب + معزز)

Booster معزز

B-power supply
وحدة تغـذية الضغط الموجب (لألواح الصمامات وأقطاب الضغط العالي)

Break down voltage ضغط الانهيار

Brightness شدة الاضاءة

Brightness control
تحكم شدة الاضاءة

Buffer مصد ، مخفف الصدمة

Buzz الزن

By-pass capacitor مكثف تمرير

C

Cable كابل

Calibration معايرة

English	العربية
Camera tube	أنبوبة الكاميرا
Capacitance	سعة
Capacitor	مكثف
Caped CRT	شاشة مقنّعة
Carbon resistor	مقاومة كربونية
Carrier-wave	موجة حاملة
Cascode	كاسكود
Cathode	مهبط (كاثود)
Cathode follower	تابع المهبط
Cathode ray tube (CRT)	أنبوبة أشعة المهبط
C bias (grid bias)	انحيازالشبكة
CCIR	النظام الأوروبى (الهيئة الاستشارية الدولية للراديو)
Center frequency	التردد المركزى
Centering	وسْطَنَة
Centering rings	حلقات وسطنة
Ceramic Capacitor	مكثف فخار (سيراميك)
Change-over switch	مفتاح تغيير أو نقل
Channel	قناة
Channel selector	مُنتخِبالقنوات
Charactaristic impedance	الإعاقة المميزة
Charge	شحنة
Chasis	شاسيه
Chock coil	ملف خانق
Circuit	دائرة
Clipper	مُقْتَضِب
Coaxial cable	كابل محورى
Coefficient	مُعَامِل
Cohesion	تماسك
Coil	ملف
Coil former	مُشَكِّل الملف
Collector	المجمّع
Colpitts oscillator	مذبذب كولبتز
Components	قطع الكترونية
Composite video signal	الإشارة المرئية المركبة
Commutator	مُبدِّل
Condenser	مكثف
Conductance	التوصيل
Conductor	موّصل
Cone	قمع
Connection diagram	رسم توصيل
Contact lug	عروة توصيل
Contrast	تبايُن
Contrast control	تحكم التباين
Control grid	شبكة حاكمة
Conversion conductance	توصيل التحويل

Conversion gian تكبير التحويل
Converter مغيير
Cord كردة
Core قلب
Corona discharge
تفريغ هالى (كرونا)
Correction magnets
مغناطيسات تصحيح
Coulomb كولوم
Counter عداد
Counterelectrode قطب مضاد
Couplıng ربط
C-powersupply
وحدة تغذية انحياز الشبكة
Crackling noise طقطقة
Crocodile Clips
مشبك راس التمساح
Cross — modulation
تعديل متخالط
Cross — Section مقطع
Crystal بلورة
Crystal detector كاشف بلورى
Crystal diode ثنائى بلورى
Current تيار
Cut-off frequency تردد القطع
Cut-off point نقطة القطع

Cut-off voltage
ضغط القطع (ض ق Vco)
Cycle ذبذبة

D

Damped مكبوت
Damper كابت
Damping كبت
DC Restorator
مُرجِّع التيار المستمر
Decible ديسيبل
Decoupling فك تقارن
Decoupling filter مرشح فصل
De-emphasis خفض الذروة
Definition بيان
Deflection انحراف
Deflection yoke or coils
ملفات الانحراف أو التحريك
Degeneration اضعاف توليد
Delayed AVC ضجأ متراخى
Demodulated signal
اشارة مكشوفة
Demodulation عملية الكشف
Detection الكشف
Detector كاشف
Detune الاخلال بالتنغيم
Deviation حيود

Deviation ratio — نسبة الانحراف أو الحيود

Dial — المينا

Diaphragm — حاجز

Diathermy — علاج حرارى

Dielectric — وسط كهربى عازل

Dielectric constant — ثابت العازل

Differentiating circuit — دائرة تفاضل

Diffuser — مُشَتِّت

Diode — صمام ثنائى (ديود)

Dipole antenna — هوائى ثنائى الأقطاب (ديبول)

Direct coupling — ربط مباشر

Direct current — تيار مستمر (ت س DC)

Directional antenna — هوائى مُوَجَّه

Directive — مُوَجَّه

Director — مُوَجِّه

Discharge — يفرغ

Discriminator — مُمَيِّز

Distorted — مُشَوَّه

Distortion — تشويه

Distributed constants — ثوابت موزَّعة

Drive control — ضبط التشغيل

Double-diodes (Duo-diodes) — صمام ثنائى مزدوج

Double side band — حزمة جانبية مزدوجة

Dummy aerial — هوائى مصطنع

Duolateral winding — لف مستعرض مزدوج

Dynamic curves — منحيات ديناميكية

Dynamo — مولد كهربى (دينامو)

Dynode — دينود

E

Earphone — سماعة أذن

Eddy currents — تيارات إعصارية

Electric field — مجال كهربى

Electricity — كهربا

Electric shield — حجاب كهربى

Electric shock — صدمة كهربية

Electrode — قطب

Electrodynamic — كهروديناميكى

Electrolysis — تحليل كهربى

Electrolyte — محلول كهربى

Electrolytic capacitor — مكثف كيماوى

Electromagnetic — كهرومغناطيسى

Electromotive force — قوة دافعة كهربية (ق د ك emf)

Electron — كهرب (الكترون)

Electron Beam — شعاع كهارب

Electron emission انبعاث الكهارب

Electron gun

قاذف كهربى أو مدفع الكترونى

Electronic control التحكم الكهربى

Electronics

الكهربيات أو الالكترونيات

Electron multiplier

مُضَاعِف كهارب

Electron-ray indicator

مبين شعاع كهربى (عين سحرية)

Electron tube صمام كهربى

Electrostatic كهروستاتيكى

Electrostatic deflection

انحراف كهروستاتيكى

Electrostatic focussing

تركيز كهروستاتيكى

Element عنصر

End effect تأثير الطرف

Energy طاقة

Enneode صمام تساعى

Equalizer مُعَادِل

Equalizing pulses نبضات تعادل

Equipotential متساوى الجهد

Etching نمش

Extremely high frequency

تردد بالغ العلو (ت ب ع EHF)

F

Fading خفوت

Fading compensator

معوِّض الخفوت (ض ج أ)

Farad فاراد

FCC النظام الأمريكى

Feed back تغذية خلفية

Feeder Line

خط تغذية (خط نقل)

Feedthrough capacitors

مكثفات النفاذ

Ferrite فيريت

Fidelity أمانة الاداء

Field مجال

Figure of merit (Q)

شكل التأهيل أو معامل الجودة

Filament فتيلة

Filter مُرَشِّح

Fine tuning التنغيم الدقيق

Flank detection كشف الميل

Flicker يخفق أو يرتعش — ارتعاش

Fluorescence فلوريسنس

Fluorescent screen

شاشة فلوريسنتية

Flux انسياب

Flux density كثافة الانسياب

Fly-back ارتداد

Flywheel synchronization حذافة التزامن

Focus بؤرة

Focusing ضبط البؤرة أو التركيز فى البؤرة

Folded dipole هوائى ثنائى مطوى

Foldover الطوى

Former مُشَكِّل

Frame إطار

Frame output transformer محول خروج الإطار (محول خروج رأسى)

Frame slip انزلاق الإطار

Free electrons كهارب حرة

Frequency تردد

Frequency band حزمة تردد

Frequency changer مغير تردد

Frequency departure رحيل التردد

Frequency deviation انحراف أو حيود التردد

Frequency index دليل التردد

Frequency modulation تعديل تردد (ت ى FM)

Frequency response curve منحنى استجابة التردد

Frequency sweep اجتياز التردد

Frequency swing تأرجح التردد

Front porch الرواق الأمامى

Full wave rectification توحيد موجة كاملة

Full wave rectifier موحِّد موجة كاملة

Fuse مصهر

G

Gain تكبير أو كسب

Gain control تحكم الكسب

Gang condensers عصبة مكثفات

Gas tube صمام مملوء بالغاز

Gated AGC ض ك ا محجوز

Gated beam tube صمام الشعاع المحجوز

Gauss جاوس

Generator مولِّد

Germanium diode ثنائى جرمانيوم

Getter مُسْتأصِل

Ghost شبح

Ghost images صور الشبح

Grid شبكة

Grid bias انحياز الشبكة

Grid leak منضحة الشبكة

Ground أرض

Ground wave موجة أرضية

H

Half wave rectification
توحيد نصف موجة

Half wave rectifier
موحّد نصف موجة

Harmonic — توافق

Hartley oscillator — مذبذب هارتلى

Head phone — سماعة رأسى

Heater — مُسَخّن

Height control — ضبط الارتفاع

Henry — هنرى

Heptode — صمام سباعى (هبتود)

Herz — هرتز

Hetrodyne — تضارب

Hexode — صمام سداسى (هكسود)

High voltage
ضغط عالى (ض ع .H.V)

Horizontal centering — وسطنة أفقية

Horizontal hold — ثبات أفقى

Horizontal linearity — الخطيّة الأفقية

Horizontal polarization
استقطاب أفقى

Horizontal resolution — بيان أفقى

Howling — عُوَاء

Hum — طنين

H.V cage
قفص الضغط العالى (ض ع)

I

Iconoscope — ايكونوسكوب

Image frequency — صورة التردد

Image orthicon — أورثيكونالصورة

Image plate — لوح الصورة

Impedance — إعاقة أو معاوقة

Indirect wave — موجة غير مباشرة

Induced current — تيار تأثيرى

Induction — حث — تأثير

Inductive coupling — ربط تأثيرى

Inductive field — المجال التأثيرى

Inductor — عضو حث

In phase — متحد الوجه

Input — دخول أو دخل

Insulated wire. — سلك معزول

Insulation — عزل

Insulator — عازل

Integrator network — دائرة تكامل

Intensity — كثافة — شدة

Inter-carrier sound
الصوت المشترك

Inter connections
توصيلات بينيّة

Interelectrode capacitance
السعة بين الأقطاب

Interference — تداخل

Interference limiter
مُضَيِّع التداخل

Interlaced lines خطوط متشابكة

Interlaced scanning رسم متشابك

Interlock تَواشُج

Intermediate frequency
تردد بيني (ى.ن IF)

Internal resistance مقاومة داخلية

Ion آيون

Ion burn احتراق آيوني

Ionisation تأين

Ionosphere
الجو المؤين أو الطبقة المتأينة

Ion trap مصيدة الآيونات

J

Jack مِقْبَس

Jig تجهيزة

Jumper وصلة تخطى

Junction-box صندوق توصيل

K

Key مفتاح

Keyed AGC ض ك ا محجوز

Key station محطة رئيسية

Kilo كيلو (١٠٠٠)

Kilo cycle
كيلو ذ/ث (ك ذ/ث Kc)

Kilowatt
كيلووات (ك و KW)

Kinescope شاشة (كينيسكوب)

Klystron كليسترون

L

Lag يتأخر

Laminations رقائق

Lead
يسبق أو يتقدم -- وصلة كهربية

Leading ghosts أشباح رائدة

Leakage تسرب

Leakage resistance
مقاومة تسرب

Lens عدسة

Lighthouse فنار أو منارة

Lightning arrestor مانعة صواعق

Light storage principal
مبدأ تخزين الضوء

Limiter مُحَدِّد

Limiting resistance مقاومة حديّة

Line خط

Linear خطي

Linearity خطيّة أو استقامة

Linearity control تحكم الخطيّة

Line-of-sight خط الرؤيا

Line output transformer
محول خروج الخط (محول خروج أفقي)

Lines of magnetic force
خطوط قوى مغناطيسية
Litz wire سلك ليتز
Load حمل
Loaded مُحَمَّل
Loading coil ملف تحميل
Lobe فص استجابة هوائى مُوجَّه
Local oscillator مذبذب محلى
Locating plate لوح تمكين
Locking range مدى الاحكام
Logarithmic لوغاريتمى
Long-playing record
اسطوانة الأداء الطويل
Long wave
موجة طويلة (م ط L W)
Loop antenna هوائى إطارى
Loss فقد
Loudspeaker سماعة
Low-pass filter
مرشح تمرير منخفض
Lumen لومن
Luminescent
ذو اشعاع ضوئى – ضيائية
Luminosity ضياء أو سطوع
Lumped constants ثوابت مجمعة

M

Magic eye عين سحرية
Magnet مغناطيس
Magnetic مغناطيسى
Magnetic deflection
انحراف مغناطيسى
Magnetic field مجال مغناطيسى
Magnetic flux انسياب مغناطيسى
Magnetic recording
تسجيل مغناطيس
Magnetic saturation
تشبع مغناطيس
Magnetic shield
حجاب مغناطيس
Magnetism مغناطيسية
Marker generator مولد العلامة
Marking علام
Matching توفيق أو توافق
Matrix ختم
Maxwell ماكسويل
Measuring probe
مِجَسّ قياس
Mechanical scanning
رسم الصورة ميكانيكيا
Medium wave
موجة متوسطة (م س M W)
Megacycle (MC) ميجا ذ/ث
Megohm
ميجا أوم (ميجا Ω)

Metal rectifier موحِّد معدنى
Mho
مهو (وحدة توصيل معكوس الأوم)
Microgroove
مجرى دقيق (ميكروجروف)
Microphone ميكروفون
Microphony ميكروفونى
Microwaves موجات دقيقة
Milli ملى (جزء من ألف)
Milliampere ملى أمبير
Miniature tubes صمامات صغيرة
Mixer مازج
Mobile نَقّالى
Modulated مُعدَّلة
Modulating مُعدِّلة
Modulation تعديل
Modulation depth عمق التعديل
Modulator معدِّل
Molecule جزىء
Moleculer magnets
مغناطيسات جزيئية
Monitoring مراقبة
Monoscope
مونوسكوب (أنبوبة نموذج اختبار واحد ثابت)
Montage مونتاج
Mosaic موزايك

Motor محرك كهربى (موتور)
Motor boating كركرة صوتية
Moving coil meter
جهاز قياس نوع الملف المتحرك
Moving iron meter
جهاز قياس نوع الحديد المتحرك
Multipath متعدد المسارات
Multiplier مُضَاعِف
Multivibrator المذبذب المتعدد
Mutual متبادل أو تبادلى
Mutual conductance
التوصيل المشترك أو المواصلة التبادلية
Mutual inductance
تأثير متبادل أو محاثة تبادلية

N

NBC (National Broadcasting Company)
محطة الاذاعة الأهلية
Needle إبرة
Negative سالب
Negative bias الانحياز السالب
Negative feedback
تغذية خلفية سالبة
Negative temperature coefficient
معامل حرارى سلبى (م ح س)
Neon نيون
Network
دائرة كهربية مركبة — شبكة اتصال

Neutralization معادلة أو تعادل

Neutron نيوترون

Node
عقدة (نقطة أقصى تيار أو ضغط في حالة الموجة الواقفة)

Noise شوشرة أو ضوضاء

Noise factor مُعَامِل الشوشرة

Noise filter مرشح شوشرة

Noise gate controle
تحكم حاجز الشوشرة

Noise immunity مُضَيِّع شوشرة

Noise level مستوى الشوشرة

Noise limiter مُحَدِّد الشوشرة

Noise suppressor كابت الشوشرة

Non-linearity عدم خطيَّة

North pole قطب شمالي

Noval نوفال

Nucleus نواة الذرة

Null
قيمة صفرية للتيار في دائرة كهربية

O

Octal أوكتال

Octal base قاعدة ثمانية الملامسات

Octode صمام ثماني

Ohm أوم (Ω)

Ohmeter أومتر

Ohmic drop هبوط أومي

On off switch
مفتاح توصيل وقطع

Open antenna هوائي مفتوح

Open circuit دائرة مفتوحة

Cpposite phase متضاد الوجه

Optimum coupling
أقصى ربط أو أمثل تقارن

Optional اختياري

Orbit مدار

Orested أورستيد

Orthicon أورثيكون

Oscillator مذبذب

Oscillograph
راسم كهربي (اوسيلوجراف)

Oscilloscope
راسم كهربي (أوسيلوسكوب)

Out-of focus غير مركَّز

Out-of phase غير متحد الوجه

Output خروج أو خرج

Output transformer محول خروج

Overall اجمالي

Overall gain الكسب الاجمالي

Overall loss الفقد الاجمالي

Overall response
الاستجابة الاجمالية

Overall selectivity لانتقائية الاجمالية

Overlap تراكُب

Overload زيادة الحمل أو تجاوز الحمل (ز/ح O/L)

Over loading تجاوز التحميل

Over modulation تعديل زائد

Oxide-coated cathode مهبط مغطى بالأكسيد

Oxidization أكسدة أو تأكسد

P

Pad وحدة توهين

Padding capacitor مكثف ضبط سعوى

Pairing of lines ازدواج الخطوط

Parabola قطع ناقص

Parallel متوازى

Parallel resonant circuit دائرة رنين توازى

Parasitic طفيلى

Passive components قطع غير فعالة

Pattern نموذج

Pattern generator مولد النموذج

Peak قمة أو ذروة

Peak alignment ضبط القمة

Peaking coil ملف ذروى

Peak-to-peak من القمة للقمة (ق – ق P-P)

Pedestal قاعدة

Pentagrid صمام سباعى (بنتاجرد)

Pentode صمام خماسى (بنتود)

Per cent modulation نسبة التعديل

Periodic relaxation استرخاءدورى

Permanent magnet مغناطيس دائم

Permeability الانفاذية أو القابلية

Permeability tuning تنغيم انفاذى

Persistance مداومة أو انطباع

Persistance of vision انطباع النظر

Phase وجه

In phase متحد الوجه

Out of phase مختلف الوجه

Phase angle زاوية الوجه

Phase detector كاشف الوجه

Phase difference فرق الوجه

Phase inverter عاكس الوجه

Phase modulation تعديل الوجه

Phase shift زحزحة الوجه

Phonograph pickup لاقط فونوغراف

Photo cathode مهبط ضوئى

Photo chemical كيمو ضوئى

Photoconductivity التوصيل الضوئى

Physical طبيعى — فيزيائى
Picture element جزىء الصورة
Picture tube أنبوبة الصورة
Piezoelectric effect
ظاهرة كهربائية الاجهاد
Pinch زجاجة تثبيت
Pin cushon distortion
تشويه مخدة الدبابيس
Pip علامة تظهر على الشاشة
Pitch درجة النغم
Plate لوح
Plate dissipation تبريد اللوح
Plug قابس
Plug-in تركيب قابس
pointer مؤشر
Pointer arrowhead
مؤشر رأس حربة
Pointer hair line
مؤشر خط الشعرة
Pointer knife-edge
مؤشر حد السكين
Polarity القطبية
Polarized مستقطب
Pole قطب
Positive موجب
Potential جهد
Potentiometer مجزئ ضغط

Power قدرة
Power supply وحدة تغذية قدرة
Power transformer محول قدرة
Power tube صمام قدرة
Pre-emphasis رفع الذروة
Printed board
لوحة مطبوعة (ل ط PB)
Printed circuit
دائرة مطبوعة (د ط PC)
Probe مجس
Progressive duolateral winding
اللف المستعرض المزدوج المتتالى
Progressive scanning رسم متتالى
Projection television
تليفزيون العرض
Properties خواص
Proton بروتون
Public address system
نظام إذاعى
Pulse نبضة
Push-button زرار انضغاطى
Push-pull دافع جاذب

Q

Quality factor (Q) مُعامل جودة
Quadrature grid شبكة تعامدية
Quadrature reactance
مفاعلة تعامدية

Quadrature transformer
محول تعامدى

Quantity sensitivity
الحساسية فى قراءة الكمية

Quarter-wave antenna
هوائى ربع موجى

Quarter-wave line
خط طوله ربع موجة

Quartz crystal — بلورة كوارتز

Quartz resonator — مِرنان كوارتز

R

Radiation — اشعاع

Radiation field — مجال اشعاعى

Radiation pattern — نموذج اشعاعى

Radiation resistance
مقاومة الاشعاع

Radiative field — مجال اشعاعى

Radiator — مُشِع

Radio — راديو

Radio frequency
تردد راديو (ى.ر RF)

Range — مدى

Raster — الهيكل الخطى – الرسم

Rated — مقنن

Ratio detector — كاشف النسبة

Rattling — خشخشة

Reactance — مفاعلة أو ممانعة

Receiver — جهاز استقبال

Receiving — استقبال

Record-changer — مغير الاسطوانات

Rectification — توحيد

Rectifier — موحِّد

Reflector — عاكس

Regeneration — استرجاع

Regulator — مُنَظِّم

Relaxation oscillator
مذبذب استرخاء

Relay — مُرَحِّل

Relay station — محطة ترحيل

Remanent magnetism
المغناطيسية المتبقية

Remote control — تحكم من بعد

Reostat — مقاومة متغيرة

Reservoir capacitor
مكثف تخزين

Residual magnetism
المغناطيسية المتخلفة

Resin — راتينج أو قلفونية

Resistance — مقاومة

Resolution — البيان

Resonance — رنين

Resonant circuit — دائرة رنين

Response — استجابة

Rest current تيار الثبات

RETMA (Radio Electronics Television Manufacturers Association)
اتحاد صناعات الراديو والألكترونيات والتليفزيون

Return line
خط الرجوع أو الارتداد

Reverberation اصداء أو ترداد

Reverberation time زمن الترداد

RF interference تداخلات ر . ى

Rhombic antenna
هوائى على شكل معين

Ribbon microphone
ميكروفون شريطى

Rimlock القفل الإطارى (رملوك)

Ringing دق

Ringing coil ملف الرنين أو الدق

Ripple current تيار مويجى

RMA (Radio Manufacturers Association)
اتحاد صناعات الراديو

Root mean square
جذر متوسط التربيع (ج م ت rms)

Rotor العضو الدوار

Run-in groove
مجرى الابتداء للاسطوانة

Run-out groove
مجرى الانتهاء للاسطوانة

S

Saddle coil
ملف ملفوف على هيئة سرج

Safety window
الزجاج الواقى من الشاشة

Saturation تشبع

Saw-tooth generator
مولد أسنان المنشار

Saw tooth voltage
ضغط أسنان المنشار

Scan يمسح (من مساحة)

Scanning مسح أو رسم الصورة

Scanning raster الهيكل الخطى

Schematic diagram
رسم بيانى تخطيطى

Screened cable كابل محجب

Screen grid شبكة حاجزة أو حاجبة

Secondary electrons
كهارب ثانوية

Secondary emission قذف ثانوى

Selectivity انتقائية أو اختيارية

Self-bias انحياز ذاتى

Self induction
التأثير الذاتى أو الحث الذاتى

Self oscillation تذبذب ذاتى

Semiconductors النصف موصلات

Sensitivity حساسية

Series توالى

Service area منطقة الخدمة

Service band نطاق الخدمة
Service oscillator مذبذب خدمة
Servo mechanism
آلية موازرة (سيرڤوميكانيزم)
Shield حجاب
Shielded cable كابل محجّب
Shielded CRT شاشة مدرعة
Short circuit قِصَر
Short wave
موجة قصيرة (م.ق SW)
Shot effect تأثير القذف
Shunt مُفَرِّع تيار أو دائرة توازى
Shutter قرص حاجب
Side-band حزمة جانبية
Signal اشارة
Signal generator مولد الاشارة
Signal-to-noise ratio
نسبة الاشارة للشوشرة
Signal tracer قاطر الاشارة
Sine wave موجة جيبيّة
Single side band
حزمة جانبية منفردة
Skin effect مفعول القشرة
Skip distance مسافة التفويت
Sky wave موجة سماوية
Slope الميل أو التوصيل المشترك
Smear ghost شبح ملطخ

Smoothing تنعيم
Smoothing chock خانق تنعيم
Smoothing condenser
مكثف تنعيم
Socket قاعدة صمام أو دواة
Soldering iron كاوية لحام
South pole قطب جنوبى
Space sharge شحنة فراغ
Spark شرارة
Spark-over (flash-over)
قفز الشرارة
Specific inductive capacitance
القدرة النوعية للتأثير أو للحث — المُجاوِزيّة
Specific resistance المقاومة النوعية
Spectrum طيف
Spiral winding ملف حلزونى
Split sound system
طريقة الصوت المنفصل
Spot بقعة
Spurious radiation اشعاع مزيف
Square-wave generator
مولد موجة مربعة
Stabilizer مُوازِن
Stabilizing circuit دائرة استقرار
Stage مرحلة
Stagger tuning تنغيم خلافى

Standard قياسي — إمامي

Standing wave موجة ثابتة أو مستقرة

Static استاتيكي

Strait receiver جهاز استقبال مباشر

Stray capacitance السعة الشاردة

Strips شرائح

Stroboscopic disc قرص ستروبوسكوب

Stub خط أبتر

Studio ستوديو

Subassembly تجميع فرعي

Sub-carrier موجة حاملة فرعية

Sub-miniature tubes صمامات صغيرة جداً

Superhetrodyne receiver جهاز سوبرهترودين

Super-high frequency تردد فوق العالي (وفع SHF)

Supersonic فوق صوتي

Suppressor كابت

Suppressor grid شبكة مانعة

Surge current تيار تموري

Sustained oscillation ذبذبة مداومة

Sweep اكتساح

Sweep generator مولد اكتساح أو مسح

Sweep line خط الاكتساح

Swing تأرجح

Switch مفتاح كهربي (سويتش)

Switch tuner مُنتخِب قنوات سويتش

Synchro-guide مرشد التزامن

Synchrolock محكم التزامن

Synchronization تزامن

Synchronizing pulses نبضات تزامن

T

Tape recorder جهاز تسجيل

Target هدف

Target plate لوح الهدف

Television تليفزيون

Terminal نهاية أو طرف

Test pattern نموذج اختبار

Test prod مجس اختبار

Tetrode صمام رباعي (تترود)

Thyratron ثايراترون

Time constant ثابت الزمن

Time-delay تعوّق زمني

Timer مُوَقِّت

Tolerance تفاوت

Tone control ضابط النغم — حاكم النغم

Toriodal ترويدال

Tracking تتبع أو موالفة آنيّة

Trailing ghosts أشباح تابعة

Transconductance
توصيل مشترك – مواصلة تبادليّة

Transcription تسجيل اذاعى

Transducer محول طاقة

Transformer محول

Output tr. محول خروج

Power tr. محول قدرة

Transient عارض – عابر

Transistor ترانزستور

Transmission line
خط نقل (خط تغذية)

Transmitter جهاز ارسال

Treble نغمات مرتفعة

Trigger circuit دائرة قدح أو زند

Trigger pulse نبضة بدء

Trimmer capacitor
مكثف ضبط أو تهذيب

Trimming screwdriver
مفك ضبط

Trimming transformer
محول ضبط

Triode صمام ثلاثى (تريود)

Tubular capacitor
مكثف أنبوبى

Tuned circuit دائرة منغمة

Tuned plate tuned grid
تنغيم لوح تنغيم شبكة
(ت ح ت ش TPTG)

Tuning تنغيم

Tuning circuit دائرة تنغيم

Tuning condenser مكثف تنغيم

Turret tuner
مُنْتَخِب قنوات الشرائح (تريت)

U

U H F التردد بعد العالى – ٤ب ع

Ultraudion oscillator
مذبذب الْتراوديون

Unbalanced غير متوازن

Undistorted غير مشوه

V

Vacuum-tube voltmeter
فولتمتر الصمام (VTVM)

Valve صمام

Valve holder
حامل الصمام أو ماسك الصمام

Valve voltmeter فولتمتر الصمام

Variable capacitor مكثف متغير

Variable resistor مقاومة متغيرة

Varistor (VDR م د ض)
فاريستور (مقاومة تعتمد على الضغط)

Vernier ورنيّة

Vertical hold الثبات الرأسى

Vertical hold control
ضبط الثبات الرأسى

Vertical linearity الخطية الرأسية

Vertical linearity control
ضبط الخطية الرأسية

Vertical polarization
استقطاب رأسى

Vertical resolution
بيان التفاصيل الرأسى

Very-high frequency
تردد عالى جداً (ى ع ج VHF)

Vestigial sideband transmission
الارسال الجزئى للحزمة الجانبية

VHF التردد العالى جداً (ى ع ج)

Vibrator مهتز أو زنان

Video مرئى أو صورى

Video frequency
تردد مرئى أو تردد صورى

Vidicon أنبوبة تصوير فيديكون

Viewing angle زاوية الرؤيا

Viewing distance مسافة الرؤيا

Visual alignment الضبط المرئى

Voice coil ملف صوت

Volt فولت

Voltage ضغط

Voltage adaptor موفق الضغط

Voltage depending resistor
مقاومة تعتمد على الضغط
(م د ض VDR)

Voltage stabilizing tubes
أنابيب تثبيت الضغط

Voltmeter فولتمتر

Volume control
ضبط الجهارة — ضبط الصوت

W

Wafer بسكويتة قرص مفتاح توصيل

Watt وات

Wattless power قدرة لا واتية

Wattmeter
واتمتر (جهاز قياس القدرة)

Wave موجة

Wave-length طول الموجة

Waverange switch
مفتاح الموجات

Wave trap مصيدة موجات

Wedge اسفين

Wehnelt cylinder اسطوانة ويذلت

Whistle filter مرشح صفارة

Wide band amplifiers
مكبرات متسعة الحزمة

Width coil ملف العرض

Width control ضبط العرض

Wire stripper قشارة سلك

Wire trimmer مكثف ضبط سلكى

Wire wound resistor مقاومة سلك ملفوف

Wire wrapping لف السلك

Wiring توصيل الأسلاك

Wiring diagram رسم بيان التوصيلات

Wobbulator مُعَدِّل تردد (ووبيلاتور)

Work bench طاولة تشغيل

Working voltage ضغط التشغيل

Y

Yagi antenna هوائى ياجى

Yellow spot النقطة الصفراء

Yoke (deflection yoke) ملف انحراف

الرموز والوحدات

الأطوال والمساحات والحجوم :

الأطوال (ل)	المساحات (س)	الحجوم (ح)
م (mm) = ملليمتر	م٢	م٣
سم (cm) = سنتيمتر	سم٢	سم٣
م (m) = متر	م٢	م٣
كم (km) = كيلو متر	كم٢	كم٣

هذه العلامة معناها بوصة . فمثلا ٣" معناها ثلاث بوصات . والبوصة الواحدة تساوى ٢,٥٤ سم .

نق (r) = نصف القطر

ط (π) = النسبة التقريبية = ٣,١٤ = ٢٢/٧

الزمن (ز T) :

ث (Sec) = ثانية

م ث (m Sec) = مللى ثانية = ١/١٠٠٠ ث

μ ث (μ Sec) = ميكروثانية = ١/١٠٠٠٠٠٠ ث

ى = دقيقة = ٦٠ ث

س = ساعة = ٦٠ ى = ٣٦٠٠ ث

التردد (ى F) :

ذ/ث (c/s) = ذبذبة فى الثانية

ك ذ/ث (Kc/s) = كيلو ذبذبة فى الثانية = ١٠٠٠ ذ/ث

ميجا ذ/ث (Mc/s) = ميجا ذبذبة فى الثانية = ١٠٠٠ ك ذ/ث

= ١٠٠٠ ٠٠٠ ذ/ث

هرتز (Hz) = تستخدم بدلا من كلمة ذبذبة فى الثانية (ذ/ث)

ى.ص (A F) = تردد صوتى

ى.ر (R F) = تردد راديو

ى.ن (I F) = تردد بينى

ى ع ج (V H F) = تردد عالى جداً

ى ب ع (U H F) = تردد ما بعد العالى

ى ف ع (S H F) = تردد فوق العالى

ى غ ع (E H F) = تردد بالغ العلو

ىر (Fr) = تردد الرنين = $\frac{1}{2\,ط\sqrt{ل\,س}}$

ل ف ى (r p m) = لفة فى الدقيقة

المقاومة (م R):

Ω = أوم

ك Ω = كيلو أوم = ١٠٠٠ Ω

ميجا Ω = ميجا أوم = ١٠٠٠ ك Ω = ١٠٠٠ ٠٠٠ Ω

$م_{اح}$ = مقاومة لوح أو مقاومة حمل

$م_{اط}$ = مقاومة مهبط

$م_{اش}$ = مقاومة شبكة

$م_{اد}$ = مقاومة داخلية

$م_{ادخول}$ = مقاومة دخول

$م_{اخروج}$ = مقاومة خروج

$م_{از}$ = مقاومة توازى

$م_{ال}$ = مقاومة توالى

$م_{اك}$ = المقاومة الكلية

ن = المقاومة النوعية

م د ض (V D R) = مقاومة تعتمد على الضغط

م ح س (N T C) = معامل حرارى سلبى

ع = (X) = الإعاقة

$ع_س$ = (Xc) = ممانعة المكثف = $\frac{١}{٢ ط ى س}$

$ع_ل$ = (XL) = ممانعة الملف = ٢ ط ى ل

السعة (س C):

ر = (F) = فاراد

µ ر (µ F) = ميكروفاراد = $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$ ر

ب ر (p F) = بيكو فاراد = $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$ µ ر

ن ر (n F) = نانو فاراد = ١٠٠٠ ب ر

$س_ف$ = سعة مكافئة

$س_ء$ = سعة متغيرة

$س_ز$ = سعة توازى

$س_ن$ = سعة توالى

$س_ط$ = مكثف انحياز المهبط

$س_ر$ = مكثف ربط أو مكثف منع

التأثير (ل L)

هـ = (H) = هنرى

م هـ (m H) = مللى هنرى = $\frac{١}{١٠٠٠}$ هـ

µ هـ (µ H) = $\frac{١}{١٠٠٠}$ م هـ = $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$ هـ

ق = (M) = وحدة التأثير المتبادل

ك (K) = معامل الازدواج = $\frac{ق}{\sqrt{ل_1 ل_2}}$

Q = شكل التأهيل أو مُعامل الجودة = $\frac{ع ل}{م}$

الضغط (ض E) :

ف (V) = فولت

م ف (mV) = مللى فولت = $\frac{1}{1000}$ ف

μ ف (μ V) = ميكروفولت = $\frac{1}{1000}$ م ف = $\frac{1}{1000000}$ ف

ك ف (kV) = كيلو فولت = ١٠٠٠ ف

ض ع (H V) = ضغط عالى

ض ح = ضغط لوح

ض ش = ضغط شبكة

ض قطع (Vco) = ضغط القطع

ض د = ضغط الدخول

ض خ = ضغط الخروج

ض ك = ضغظ كلى

ق ى ك (E M F) = قوة دافعة كهربية

ج م ت (R M S) = جذر متوسط التربيع

ب + (B+) = الضغط الموجب الذى يغــذى ألواح الصمامات والشبكات الحاجبة

التيار (ت ا) :

ا (A) = أمبير

م ا (mA) = مللى أمبير = $\frac{1}{1000}$ ا

µ أ (µ A) = ميكروأمبير = ١/١٠٠٠ م أ = ١/١٠٠٠٠٠٠ أ

تعظمى = القيمة العظمى للتيار

تمتوسط = متوسط قيمة التيار

ت ج م ت = قيمة جذر متوسط التربيع للتيار

تج = تيار اللوح

تش = تيار الشبكة

أ س = أمبير ساعة

ت غ/ت س (AC/DC) = تيار متغير تيار مستمر

القدرة (ق P):

و (W) = وات

ك و (kW) = كيلو وات = ١٠٠٠ و

م و (mW) = مللى وات = ١/١٠٠٠ و

ك و س = كيلو وات ساعة

و/ث = وات/ثانية

الموجات:

م . ط (L W) = موجة طويلة

م . س (M W) = موجة متوسطه

م . ق (S W) = موجة قصيرة

م . ح (C W) = الموجة الحاملة

λ = طول الموجة

ت . ا (A M) = تعديل اتساع

ت . ى (F M) = تعديل تردد

الصمامات :

م د (Ri) = المقاومة الداخلية = $\frac{\triangle \text{ض}_{\text{ح}}}{\triangle \text{ت}_{\text{ح}}}$

ص (S, Gm) = التوصيل المشترك = $\frac{\triangle \text{ت}_{\text{ح}}}{\triangle \text{ض}_{\text{ش}}}$

μ = معـــامل التكبير = ص × $\text{م}_{\text{د}}$

ك (G) = التكبير = $\frac{\text{ض}_{\text{خ}}}{\text{ض}_{\text{ش}}} = \frac{\text{م}_{\text{ح}}}{\text{م}_{\text{د}} + \text{م}_{\text{ح}}} \times \mu$

$\triangle$: حرف دال باليونانى، وينطق دلتا، ويرمز للتغير الحادث فى كمية معينة .

ت ح ت ش (TPTG) = تنغيم لوح تنغيم شبكه .

ض ص أ (AVC) = ضابط صوت أوتوماتيكى ، أو ضابط جهارة أوتوماتيكى (ض ج أ)

ض ك أ (AGC) = ضابط كسب أوتوماتيكى

ض ء أ (AFC) = ضابط تردد أوتوماتيكى

الفصول :

تكتب الفصول بالطريقة الآتية

رقم الباب / رقم الفصل

فمثلا فصل ٨/٥ معناه الباب (٨) فصل رقم ٥

الأشكال :

تكتب الأشكال بالطريقة الآتية :

شكل (رقم الباب / رقم الشكل)

فمثلا شكل (٥/٢) معناه الباب (٥) شكل رقم ٢

ومثلا شكل (٩/٨ ، ٩) معناه الباب (٩) شكل رقم ٨ ورقم ٩

وكذلك شكل (٤/١٢ أ ، ب) معناه الباب (٤) شكل رقم ١٢ أ و ب

قراءة الأشـــكال

سلكان متقاطعان غير ملتحمين

سلكان متقاطعان ملتحمان

كابل محجب

مقـــاومة

مقاومة متغيرة

مجزئ ضغط

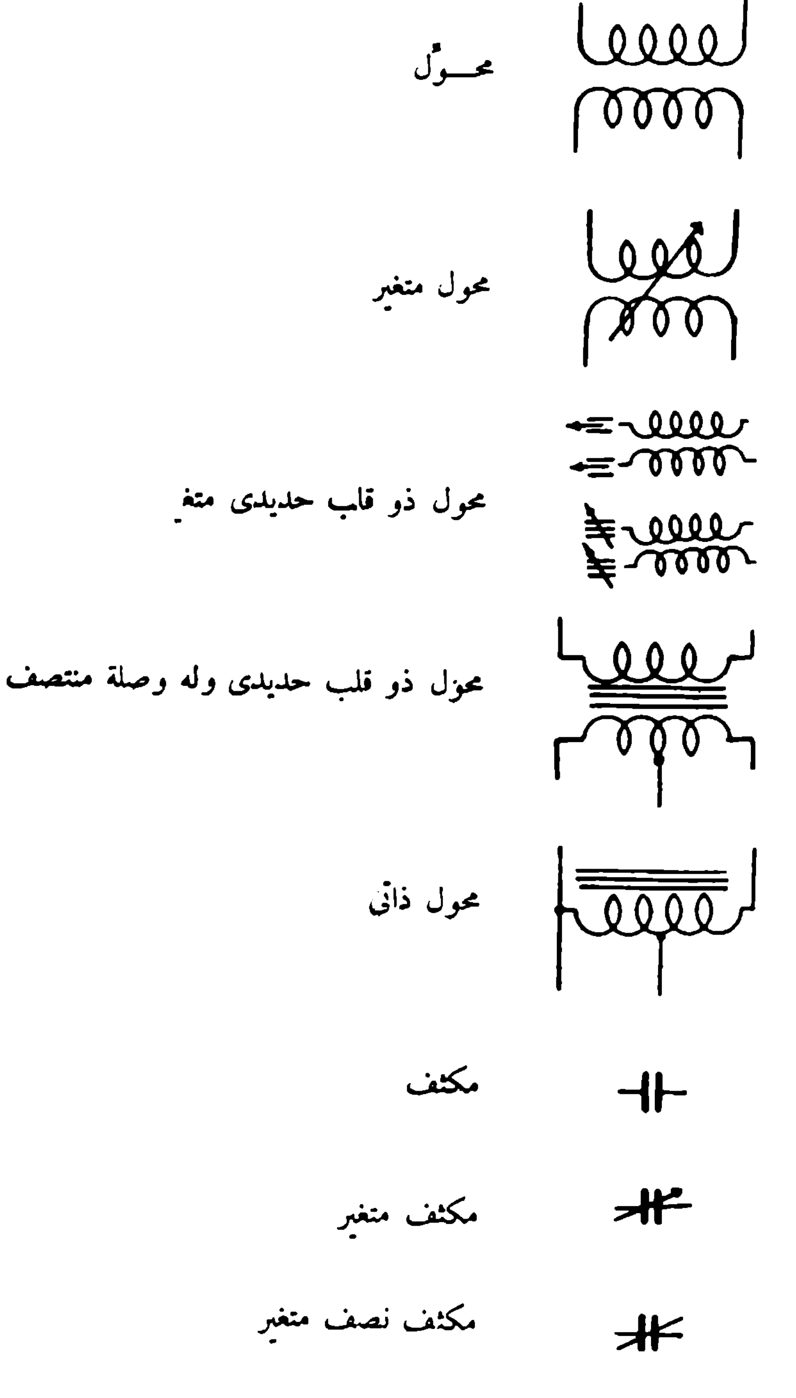
ملف

ملف ذو قلب حديدى

ملف متغير

ملف ذو قلب حديدى متغير

ملف ذو قلب حديدى نصف متغير


محـــوّل
محول متغير
محول ذو قاب حديدى متغ
محول ذو قلب حديدى وله وصلة منتصف
محول ذاتى
مكثف
مكثف متغير
مكثف نصف متغير

مكثفان مرتبطان ميكانيكياً (عصبة مكثفات)

مكثف كيماوى

هـــوائى

هوائى ثنائى الأقطاب وهوائى ثنائى مطوى

توصيلة أرضى

جهاز قياس

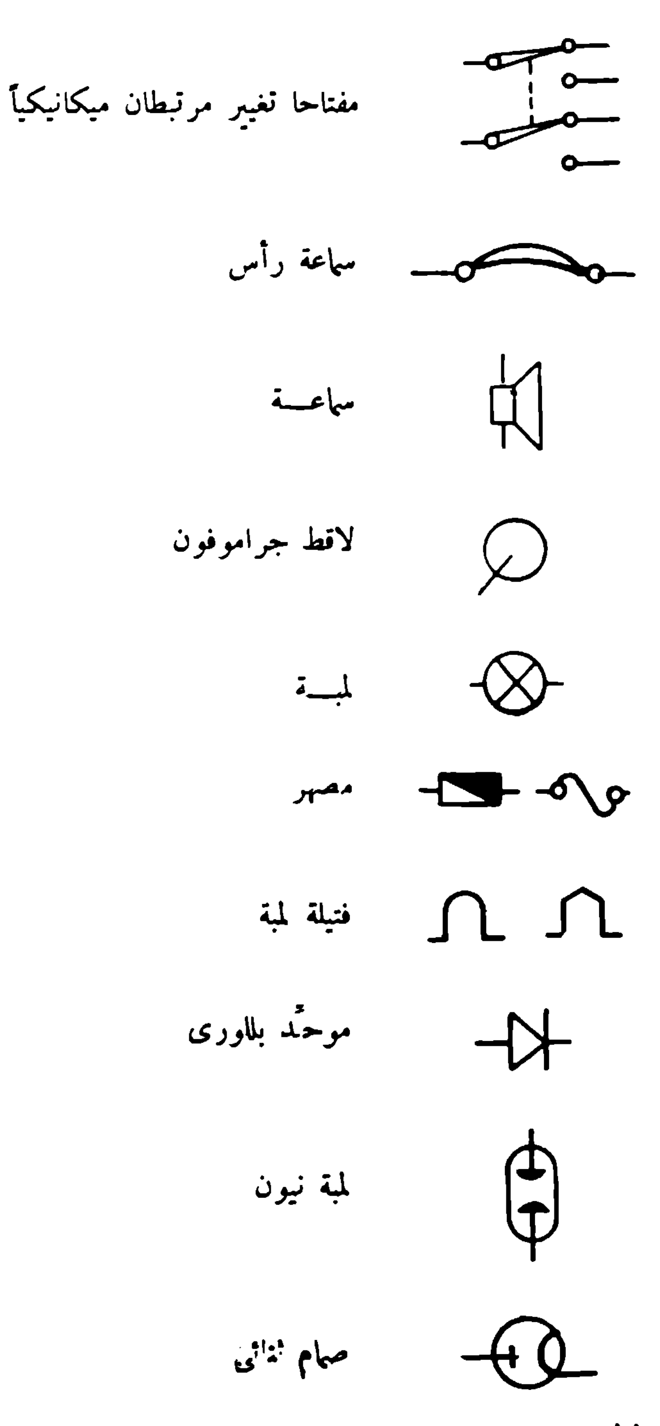
عمود من بطارية كهربية

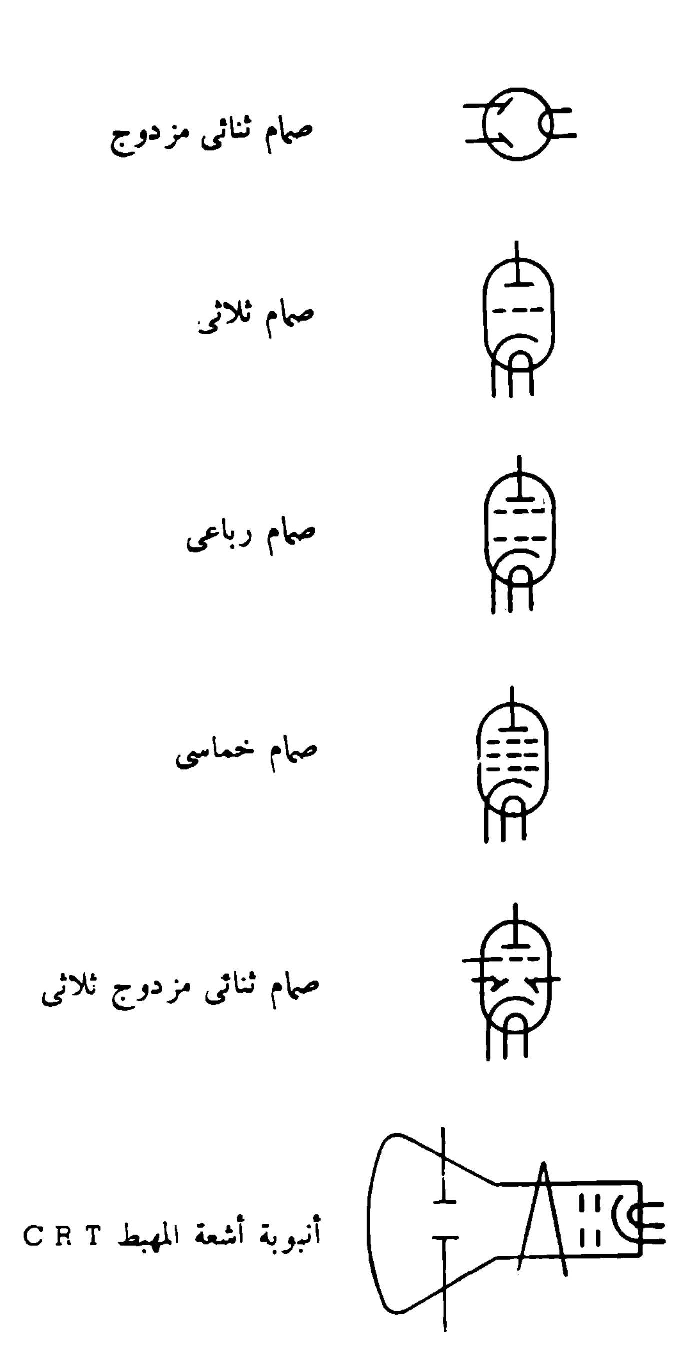
مولد ضغط متغير

مولد ضغط مستمر

مفتاح توصيل

مفتاح تغيير له أربع فروع


مفتاحا تغيير مرتبطان ميكانيكياً
سماعة رأس
سماعـــة
لاقط جراموفون
لمبـــة
مصهر
فتيلة لمبة
موحِّد بللورى
لمبة نيون
صمام ثنائى


صمام ثنائى مزدوج
صمام ثلاثى
صمام رباعى
صمام خماسى
صمام ثنائى مزدوج ثلاثى
أنبوبة أشعة المهبط C R T

قاموس
الراديو والتليفزيون
والترانزستور

دكتور مهندس **رشدى الحديدى**

بكالوريوس فى الهندسة الكهربائية - جامعة القاهرة

دكتوراه فى الهندسة الكهربائية - جامعات تشيكوسلوفاكيا

ودبلوم عال فى التحرير والترجمة والصحافة - جامعة القاهرة

مقدمة

فى عصرنا هذا ، تطورت الإلكترونيات بسرعة باهرة ، وتغلغلت فى مختلف مجالات العلم والهندسة وغيرها ، كما تسربت إلى كثير من جوانب حياتنا اليومية . وهذا ما يدعو إلى إصدار قاموس متخصص ليكون معيناً على نقل المعرفة الإلكترونية الفياضة المتجددة إلى الدارسين والعاملين والمتخصصين فى هذا المجال ، بلغتهم العربية .

لإصدار هذا القاموس ، لم يكتف بالرجوع إلى مختلف المراجع الفنية واللغوية ، ولا بالرجوع إلى مختلف المجالات التخصصية فى هذا الشأن ، بل تعدى ذلك إلى الممارسة العملية بإصدار الموسوعة الإلكترونية التى تشمل كتب : فن الراديو ، فن الترانزستور ، فن التليفزيون . وربما ساعدت هذه الممارسة الحية فى النشر على مقدرة المصطلحات الفنية والرموز — الواردة فى القاموس — على التكامل البنائى الشامل داخل الأسلوب الفنى الإلكترونى .

وأرجو أن يكون « قاموس الراديو والتليفزيون والترانزستور » هذا معيناً للدارسين والعاملين والمتخصصين فى مجال الإلكترونيات .

دكتور مهندس

رشدى الحديدى

المصطلحات الفنية

A

Aberration الزيغ

Absolute مطلق

Absorption إمتصاص

Acceptor مُتقبِّل

Accelerating مُعَجِّل

Accumulator مركم

AC/DC Receiver
جهاز إستقبال ت غ / ت س

Acoustic صوتى ، سمعى

Active فعَّال ، نشط

Adapter, Adaptor مهايىء

Adjacent channel
القناة المجاورة

Adjus يضبط ، يلائم

Admittance سماح

Aerial هوائى

Transmitting aerial
هوائى إرسال

Receiving aerial
هوائى إستقبال

After glow
التوهج البَعدى ، التوهج اللاحق

.geing, aging
تعمير ، تغير الخواص بالزمن

Air - gap ثغرة هوائية

Air - trimmer مكثف ضبط هواء

Align يضبط

Alignment of set ضبط الجهاز

Alkaline accumulator
مركم قلوى

Allowance تسامح ، تجاوز

Alloy سبيكة

Alloy - diffusion transistor
ترانزستور سبك — انتشار

Alloy - junction الوصلة المسبوكة

Alternating current (AC ت غ)
تيار متردد ، تيار متغير

Aluminizing الألمنة
(تغطية بالألومنيوم)

Ambient temperature
درجة الحرارة المحيطة

Ampere أمبير

Amplification تكبير ، تضخيم

Amplification factor (μ)
مُعامِل التكبير

Amplifier مُكبر

Amplitude إتساع ، قيمة الذروة

Amplitude distortion تشوه الاتساع

Amplitude limiter مُحدِّد الاتساع

Amplitude modulation (a.m.)
تعديل اتساع ، تضمين اتساع

Angle of parallax
زاوية اختلاف المنظر

Anode لوح (أنود) ، مصعد

Anode bend detection
الكشف بانحناء الأنود

Anode dissipation
تشتيت أنود

Antenna هوائى

Antenna array صف هوائيات

Antenna matching transformer
محول توفيق الهوائى

Anti - phase
متضاد الوجه ، متعارض الطور

Aperture فتحة ، ثقب

A - power supply
وحدة تغذية فتايل الصمامات

Apparent ظاهرى

Approximate تقريبى

Aquadag أكواداج ، داج سائل

Arcing حدوث قوس كهربى

Arc transmitter مُرسل قوسى

Armature درع

Articulation وضوح النطق

Aspect ratio نسبة الشكل
(فى التليفزيون ، نسبة عرض الصورة على ارتفاعها ، عادة ٤/٣)

Astable غير مستقر

Astigmatism
اللا استجمية ، اللانقطية
(عيب فى تركيز شعاع الشاشة)

Asymmetrical غير متماثل

Atomic bonding ترابط ذرى

Attenuate
يضعف ، يضمحل ، يوهن

Attenuation اضمحلال ، وهن

Attenuator مُضعِف ، مُوهِن

Audible مسموع

Audio سمعى ، صوتى

Audio frequency
تردد صوتى (ت.ص AF)

Autodyne converter
مُغيِّر أوتوداين (يقوم بعملين : مذبذب محلى ومازج)

Autodyne oscillator
مذبذب أوتوداين (يقوم بعملين : مذبذب محلى ومكبر أو كاشف)

Automatic frequency control
ضابط تردد أوتوماتيكى
(ض ت أ AFC)

Automatic gain control
ضابط كسب أوتوماتيكى
(ض ك أ AGC)

Automatic volume control
ضابط جهارة أوتوماتيكى
(ض ج أ AVC)

Autotransformer محوِّل ذاتى

Auxiliary إضافى

Avalanche breakdown voltage
ضغط انهيار أفالانش
(ضغط انهيار عكسى)

Avalanch effect تأثير أفالانش
(تخطى الضغط الحرج على وصلة م/س يحرر حوامل الشحنات)

Average value متوسط القيمة

Axial محورى

B

Backfire اشتعال خلفى

Background noise
ضوضاء خلفية

Backlash
حركة ارتجاعية ، بوش ، فَوْت

Back porch الرواق الخلفى

Baffle board لوحة إحباط

Balanced line خط متوازن

Balancing capacitor
مكثف موازنة

Ballast coil ملف كبح

Balun بالون (محول لربط خط متوازن بخط غير متوازن)

Band حزمة

Band-elimination filter
مرشح تضييع حزمة

Band-pass filter
مرشح تمرير حزمة

Band spread مط حزمة

Band width عرض الحزمة

Barkhausen law
قانون باركهوزن (μ = م × ص)

Barkhausen oscillation
تذبذب باركهوزن

Barrier layer طبقة فاصلة

Base قاعدة

Bass جهير (نغم عميق وخفيض)

Bass control تحكم الجهير

Battery بطارية

Battery eliminator
مستعوض البطارية

Beacon منارة ، مرشد لاسلكى

Beam شعاع

Beam power tube
صمام القدرة الاتجاهية

Beat frequency تردد التضارب

Bias انحياز

Bi-directional antenna
هوائى ثنائى الاتجاه

Bifilar coil
ملف ثنائى السلك (بيفيلار)

Bimetalic fuse
مصهر ثنائى المعدن

Binary ثنائى

Bipolar ثنائى القطب

Bistable ثنائى الاستقرار

Black level مستوى الأسود

Blacker-than-black region

منطقة أسود من الأسود

Blanking pulse نبضة إطفاء

Bleeder current تيار استنزاف

Bleeder resistance مقاومة تجزيئة

Block diagram رسم مربعات

Blocking منع ، حجز

Blocking capacitor

مكثف حجز ، مكثف ربط

Blooming مزدهر

(طلاء عدسات الكاميرا لمنع الانعكاسات الداخلية وتحسين بيان الصورة ـ الاخلال بتركيز شعاع الكهارب فى الشاشة مما يجعل الصورة تتردد أو تزدهر وتفقد سطوعها)

Bluring طمس ، تشويش

Bonded CRT شاشة مربوطة

(للوقاية من انخساف الشاشة)

Boosted B +

ضغط موجب معزز (ب+ معزز)

Booster معزز

Boundary (n / p) حد (س/م)

Bound electron كهرب مقيد

B - power supply

وحدة تغذية الضغط الموجب (لألواح الصامات وأقطاب الضغط العالى)

Break down voltage

ضغط الإنهيار

Brightness شدة الإضاءة

Brightness control

تحكم شدة الإضاءة

Broadband amplifier

مكبر متسع الحزمة

Broadcasting إذاعة

Buffer مصد ، مخفف الصدمة

Bulk fialure تلف الحجم

Burglar alarm انذار بالسارق

Bus - bar موصل عمومى

Buzz زن

By - pass capacitor مكثف تمرير

C

Cable كابل

Calibration معايرة

Camera tube أنبوبة الكاميرا

Capacitance سعة

Capacitor مكثف

Caped CRT شاشة مقنعة

(طريقة قديمة للوقاية من الإنخساف)

Carbon resistor مقاومة كربونية

Clarity وضوح

Class (A, AB, B,C) amplifier
مكبر مرتبة (أ ، أ ب ، ب ، ج)

Click طقطق

Clipper مُقتضب

Closed circuit television
تليفزيون الدائرة المقفلة

Co - axial cable كابل محورى

Coefficient مُعامل

Coercive force القوة القهرية

Cohesion تماسك

Coil ملف

Coil former مُشكل الملف

Collector مُجمع

Collector junction
وصلة المجمع

Colour code الرمز اللونى

Colour television تليفزيون ملون

Colpitts oscillator
مذبذب كولبتز

Common base قاعدة مشتركة

Common collector
مجمع مشترك

Common emitter
قاذف مشترك

Communications
مواصلات ، اتصالات

Communication satellite
قمر مواصلات

Commutate يوحد الاتجاه

Commutator مُبدل

Compensation تعويض ، معادلة

Complementary تتامى

Complementary symmetry
تشابه تتامى

Complex مُركب

Compliance مطاوعة ، قبول

Components
قطع الكترونية ، مكونات

Composite video signal
إشارة مرئية مركبة

Compression انضغاط ، تضاغط

Computer حاسب ، كومبيوتر

Condenser مكثف

Conductance التوصيل

Conduction band
نطاق التوصيل

Conductivity موصلية

Conductor موصل

Cone مخروط ، قمع

Conjugate
مترافق ، متزاوج ، متبادل

Connection توصيلة ، توصيل

Connection diagram
رسم توصيل

Contact lug عروة توصيل

Continuous wave
موجة مستمرة (م.س .C.W)
Contrast تباين
Contrast control تحكم تباين
Control grid شبكة حاكمة
Conventional إصطلاحى ، مألوف
Conversion conductance
توصيل التحويل
Conversion gain كسب التحويل
Converter مغير
Cord كردة
Core قلب
Corona discharge
تفريغ هالى (كورونا)
Correction magnets
مغناطيسات تصحيح
Corresponding مناظر
Coulomb كولوم
Counter عداد ، مضاد
Counterectrode قطب مضاد
Coupling ربط ، تقارن ، مزاوجة
C.P.S. (cycle per second)
ذ.ف.ث (ذبذبة فى الثانية)
Covalent bonding
ترابط إسهامى
C - power supply
وحدة تغذية انحياز الشبكة
Crackling noise طقطقة
Cramping قط
Crest value
قيمة الذروة ، القيمة العليا

Critical حرج
Crocodile clips
مشبك رأس التمساح
Cross - modulation
تعديل متخالط
Cross - over distortion
تشويه التقاطع
Cross - section مقطع عرضى
Cross - talk حديث تداخلى
Crystal بلورة
Crystal detector كاشف بلورى
Crystal diode ثنائى بلورى
Crystal lattice تشابك بلورى
Current تيار
Current drive تشغيل تيار
Current equalizer مسوى التيار
Current transfer characteristic
خواص تحويل التيار
curve منحنى
Cut - off frequency تردد القطع
Cut - off point نقطة القطع
Cut - off voltage
ضغط القطع (ض ق Vco)
Cybernetics كيبرنتيكس
(دراسة نظام التحكم والاتصال فى
الحيوان والماكينات المنطقية التى
تعمل بالكهرباء)

Cycle ذبذبة

D

Damped مكبوت ، مُخمَد

Damper كابت ، مُخمِد

Damping كبت ، اخماد

Dark current تيار إظلام

Dark spot بقعة داكنة

Data بيانات ، مدلولات

Datum مرجع قياس

DC restorator مُرجِّع تيار مستمر

Decade عشرى

Decay تناقص ، اضمحلال

Deci ديسى (بادئة بمعنى عُشر)

Decibel (db) ديسيبل

Decoupling فك التقارن

Decoupling filter مرشح فصل

De - emphasis خفض الذروة

Definition
بيان ، استبانة ، تعريف

Deflection انحراف

Deflection coils ملفات تحريك

Deflection yoke مقرن انحراف

Degeneration اضعاف توليد

Delayed AVC ض ج أ متراخى

Delay line خط تعويق

Delta connection
توصيلة مثلثية ، اتصال دلتا

Demagnetization إزالة التمغنط

Demodulated signal
إشارة مكشوفة

Demodulation كشف التعديل

Dependent
معتمد على ، متوقف على

Depletion layer طبقة إفراغ

(Transition region منطقة انتقال)

Depletion region منطقة افراغ

Depth of modulation
عمق التعديل

Derating factor
مُعامل هبوط مُعدَّل

Derived circuit دائرة مشتقة

Desaturation transformer
محول إزالة تشبع

Desensitizing (Muting)
إزالة الحساسية

Detection الكشف

Detector كاشف

Detune
الإخلال بالتنغيم ، فض الموالفة

Deviation حيود

Deviation ratio
نسبة الانحراف ، نسبة الحيود

Device نبيطة

Dial قرص مدرج ، مينا

Diaphragm حاجز

Diathermy علاج حرارى

Dielectric وسط كهربى عازل

Dielectric constant

ثابت العزل

Differential amplifier

مكبر تفاضلى

Differentiating circuit

دائرة تفاضل

Diffraction حيود

Diffused junction transistor

ترانزستور الوصلة المنتشرة

Diffuser مُشَتِّت

Diffusion انتشار

Digital رقمى

Dimensions أبعاد

Diode صمام ثنائى (ديود)

Dipole antenna

هوائى ثنائى الأقطاب (ديبول)

Dip soldering لحام بالغمس

Direct coupling ربط مباشر

Direct current تيار مستمر

(ت.س D C)

Direct current amplifier

مكبر تيار مستمر

Directional antenna

هوائى مُوَجَّه

Direction finder (D.F.)

مُحدِّد الاتجاه

Directive مُوَجَّه

Director مُوَجِّه

Discharge يفرغ

Discriminator مُمَيِّز

Dislocation

إزاحة ، انتقال الوضع

Displacement current

تيار الإزاحة

Disruptive discharge

تفريغ تمزيقى

Dissipation تَشَتُّت

Distorted مُشَوَّه

Distortion تشويه

Distributed constants

ثوابت مُوَزَّعة

Distribution توزيع

Diversity تنوع ، تعدد الأشكال

Donor مانح

Doping معالجة ، إضافة مادة

Doppler effect ظاهرة دوبلر

Double-break switch

مفتاح قطع مزدوج

Double - diffussion

انتشار مزدوج

Double - diodes (Duo - diodes)

صمام ثنائى مزدوج

Double side band

حزمة جانبية مزدوجة

Double tuned مزدوج التنغيم
Drain مصرف
Drift إنسياق
Drift transistor
ترانزستور الانسياق
Drive control ضبط التشغيل
Driver حافز
Driver stage مرحلة حافز
Dropper معلاق(لأسلاك علوية)
Dry cell خلية جافة
Dry joint لحام جاف
Dual ثنائى ، مثنى
Dummy aerial هوائى مصطنع
Duolateral winding
لف مستعرض مزدوج
Duration أمد
Durchgriff
معكوس معامل تكبير الضغط $\frac{1}{\mu}$
Dynamic ديناميكى
Dynamic curves
منحنيات ديناميكية
Dynamo مولد كهربى ، دينامو
Dynatron oscillator
مذبذب دايناترونى
Dynode دينود
(قطب مضاعف كهارب)

E

Earphone سماعة اذن

Earth أرض
Earthing point
نقطة التوصيل بالأرض
Echo صدى ، دوى
Eddy currents
تيارات إعصارية ، تيارات دوامية
Edge flare توهج الحافة
Effective فعّال
Efficiency كفاءة ، كفاية
E.H.T. ض.ع.ج.
(ضغط عال جداً)
Electric field مجال كهربى
Electricity كهربا
Electric sheild حجاب كهربى
Electric shock صدمة كهربية
Electrode قطب
Electrodynamic كهروديناميكى
Electrolysis تحليل كهربى
Electrolyte محلول كهربى
Electrolytic capacitor
مكثف كيماوى
Electromagnetic كهرومغناطيسى
Electromotive force
قوة دافعة كهربية (ق ء ك emf)
Electron كهرب ، إلكترون
Electron beam شعاع كهارب
Electron emission
انبعاث كهارب

Electron gun
قاذف كهربى ، مدفع الكترونى
Electronic control تحكم كهربى
Electronics
الكهربيات ، الإلكترونيات
Electron multiplier
مُضاعِف كهارب
Electron - ray indicator
مبين شعاع كهربى (عين سحرية)
Electron tube صمام كهربى
Electron volt (eV)
كهربفولت (الطاقة المعطاة لكهرب لتخطى ارتفاع جهد واحد فولت ، وتساوى١,٦٠٢٠٣×١٠ ٢٠ إرج)
Electrostatic كهروستاتيكى
Electrostatic deflection
انحراف كهروستاتيكى
Electrostatic focussing
تركيز كهروستاتيكى
Element عنصر
Eliminate يحذف ، يزيل
e.m.f. ق. د. ك
Emission إبتعاث ، قذف
Emitter قاذف
End effect تأثير الطرف
Energy طاقة
Energy barrier حاجز طاقة
Enhancement type نوع محسَّن
Enneode صمام تساعى
Epitaxial junction
وصلة إبيتاكسيال
Epitaxial planar transistor
ترانزستور بلانار إبيتاكسيال
Epoxy resin راتنج ابوكسى
Equalizer مُعادِل
Equalizing pulses
نبضات تعادل
Equipments معدات ، تجهيزات
Equipotential متساوى الجهد
Equivalent مكافىء
Erg إرج (وحدة شغل)
Esaki diode (tunnel diode
ثنائى ايزاكى (ثنائى النفق
Etching نمش
Exciter مستثير
Exponential أسِّى ، لوغاريتمى
Extinction إنطفاء
Extinction voltage
ضغط الإنطفاء
Extremely high frequency
تردد بالغ العلو (ى غ ع EHF)
Extrinsic semiconductor
نصف موصل دخيل

F

Factor مُعامِل
Factor of merit
مُعامل الاستحقاق

Fade يخفت ، يخبو

Fading خفوت

Fading compensator
مُعوّض الخفوت (ضجأ)

Fall time زمن الهبوط

Fan antenna هوائى مروحى

Farad (ر F) فاراد

Fault خلل ، عطل ، خطأ

F C C النظام الأمريكى(تليفزيون)

Faraday screen حجاب فاراداى
(حجاب كهروستاتيكى)

Feed back تغذية خلفية

Feeder line خط تغذية (خط نقل)

Feedthrough capacitor
مكثف نفاذ ، مكثف إنفاذ

Ferrite فريت

Ferroxcube فيروكسكيوب

Ferroxdure فيروكسديور

Fidelity أمانة الأداء

Field مجال

Field effect transistor
ترانزستور تأثير المجال

Figure of merit (Q)
شكل التأهيل ، معامل الجودة

Filament فتيلة

Filter مُرَشّح ، يرشح

Fine tuning التنغيم الدقيق

First detector الكاشف الأول
(مغير التردد فى جهاز سوبرهترودين)

Flank detection كشف الميل

Flare spot بقعة متوهجة

Flasher وَمّاض

Flashlight ضوء ومضى

Flash - over قفز وميض

Flicker
يخفق ، يرتعش ، ارتعاش

Flip - flop generator
مولد نطاط ، مولد فليب فلوب

Flourescence فلوريسنس
(ضيائية تزول بزوال المؤثر)

Flourescent screen
شاشة فلوريسنتية

Flux انسياب

Flux density كثافة الانسياب

Fly - back ارتداد

Flywheel synchronization
حدافة تزامن

Focal بؤرى

Focus بؤرة

Focusing
ضبط البؤرة ، التركيز فى البؤرة

Folded dipole
هوائى ثنائى مطوى

Foldover الطوى

Forbiden band نطاق المحظور

Former مُشكِّل

Form factor مُعامِل الشكل

Forward biasing انحياز أمامى

Forward breakover voltage
ضغط التخطى الأمامى

Forward current transfer ratio
نسبة تحويل التيار الأمامية

Foster - Seeley discriminator
مميِّز فوستر - سيلى

Fourier series متتالية ، فورير

Frame إطار

Frame - grid valve
صمام الشبكة الإطارية

Frame output transformer
محول خروج الإطار
(محول خروج رأسى)

Frame slip إنزلاق الإطار

Free electrons كهارب حرة

Free oscillation تذبذب مطلق

Frequency تردد

Frequency band حزمة تردد

Frequency changer مغيِّر تردد

Frequency cutoff تردد القطع

Frequency departure
رحيل التّردد

Freqnency deviation
إنحراف التّردد ، حيود التّردد

Frequency division
تجزىء التّردد

Frequency doubler
مثنى التّردد ، مضاعف التّردد

Frequency index دليل التّردد

Frequency modulation
تعديل تردد (ت ى FM)

Frequency multiplier
مُضاعِف التّردد

Frequency responce curve
منحنى استجابة التّردد

Frequency spectrum
طيف ترددى

Frequency stabilizer
مثبت التّردد

Frequency sweep اجتياز التّردد

Frequency swing تأرجح التّردد

Fring area منطقة الحافة

Front porch رواق أمامى

Full wave rectification
توحيد موجة كاملة

Full wave rectifier
مُوحِّد موجة كاملة

Function وظيفة ، عمل

Fundamental frequency
تردد أساسى

Fuse مُصهِر

G

Gain كسب ، تكبير

Gain - bandwidth product
مضروب كسب - عرض الحزمة
Gain control تحكم الكسب
Galactic noise شوشرة مجرية
Galvanometer جلفانومتر
Gang condensers عصبة مكثفات
Gas tube صمام مملوء بالغاز
Gate بوابة
Gated AGC ص ك أ محجوز
Gated beam tube
صمام الشعاع المحجوز
Gauss جاوس (وحدة حث مغناطيسى)
Generator مُوَلِّد
Germanium جرمانيوم
Germanium doide
ثنائى جرمانيوم
Getter مُستأصِل
Ghost شبح
Ghost Images صور الشبح
Gilbert جيلبرت
(١ جيلبرت = ١٠/٤ط أمبيرلفة)
Glow توهج
Glow discharge tube
صمام تفريغ توهجى
Grade مرتبة ، رتبة
Gradient تدرج
Gradual تدريجى
Graph رسم بيانى ، خط بيانى

Grid شبكة
Grid bias انحياز الشبكة
Grid dip meter
مقياس هبوط الشبكة (مقياس بمؤشر يميل مع تيار الشبكة)
Grid leak منضحة الشبكة
Ground أرض
Grounded cricuit
دائرة موصلة بالأرض
Ground wave موجة أرضية
Grown junction وصلة نامية
Grown junction transistor
ترانزستور الوصلة النامية
Guided waves موجات موجهة

H

Half - power points
نقط نصف القدرة
Half - wave dipole
ثنائى أقطاب نصف موجة
Half - wave rectification
توحيد نصف موجة
Half - wave rectifier
مُوَحِّد نصف موجة
Harmonic توافقى
Harmonic distortion تشوه توافقى
Hartley oscillator مذبذب هارتلى
Head phone سماعة رأس
Hearing aid
مكبر لضعاف السمع

Heater مُستَخِن

Heat sink (or Heat dissipator
غاطس حرارة (أو مشتت حرارة

Height control ضبط الارتفاع

Henry هنرى (وحدة محاثة)

Heptode صمام سباعى (هبتود)

Hertz هرتز (وحدة التردد: ذ/ث)

Hetrodyne تضارب ، هترودابن

Hexode صمام سداسى (هكسود)

High fidelity عالى الأمانة

High frequency
تردد عالٍ (ت.ع .H.F)

High - pass filter
مرشح تمرير مرتفع

High tension
جهد عالٍ (ج.ع .H.T)

High voltage فلطية عالية
ضغط عالٍ (ض.ع .H.V)

Hold control
تحكم الثبات (تحكم التزامن)

Hole ثقب

Horizontal centering
وسطنة أفقية

Horizontal hold ثبات أفقى

Horizontal linearily
خطيّة أفقية

Horizontal polarization
إستقطاب أفقى

Horizontal resolution بيان أفقى

Horn gap ثغرة قرنية

Horsepower
قدرة حصان (ق.ح .H.P)

Howling عواء

Hum طنين

H.V. cage قفص ض.ع
(قفص الضغط العالى)

Hybrid receiver مُستقبِل هجينى

Hysteresis التخلفية (مغناطيسية)

I

Iconoscope إيكونوسكوب

Idling current تيار التعطل

Image frequency تردد الصورة

Image orthicon
أورثيكون الصورة

Image plate لوح الصورة

Impedance معاوقة ، إعاقة

Impedance matching
توفيق معاوقة

Imperical formula
صيغة تجريبية ، مُعادلة وضعية

Impulse دفع ، نبض

Impurities شوائب

Incandescent lamp
لمبة متوهجة ، مصباح متوهج

Incoming وارد ، داخل

Incremental tuning موالفة تزايدية
Indicating lamp لمبة بيان
Indirect wave موجة غير مباشرة
Induced current تيار تأثيرى
Inductance محاثة
Induction حث ، تأثير
Inductive coupling
ربط تأثيرى ، تقارن حثى
Inductive reactance ممانعة حثية
Inductor عضو حث ، ملف محاثة
Infinit لا نهائى
Ingot صبة (كتلة مصبوبة)
Ingredient مقوم
Inherent متأصل ، ملازم
Inhibitor مانع
In parallel على التوازى
In phase متحد الوجه ، متطاور
Input دخول ، دخل
Input impedance معاوقة دخول
In series على التوالى
Insertion loss فقد الإدخال
Instantaneous لحظى ، فورى
Instrument جهاز قياس
Insulate يعزل
Insulated gate field effect
transistor ترانزستور تأثير المجال ذو
البوابة المعزولة (ترانزستور أوكسيد معدنى)

Insulated wire سلك معزول
Insulation عزل ؛ مادة عازلة
Insulation breakdown
انهيار العزل
Insulator عازل ، عامل عزل
Integrated circuit دائرة متكاملة
Integrator network دائرة تكامل
Intelligibility جلاء ، وضوح
Intensity شدة ، كثافة
Interaction الفعل المتبادل
Inter - carrier sound
الصوت المشترك (تليفزيون)
Intercommunication اتصال داخلى
Inter connections
توصيلات بينية
Interlectrode capacitance
السعة بين الأقطاب
Interference تداخل
Interference limiter
محدد التداخل ، مضيع التداخل
Interlaced lines
خطوط متشابكة
Interlaced scanning
رسم متشابك
Interlock تواشج
Intermediate frequency
تردد بينى (ت.ب IF.)

Intermittent fault

عطل متقطع (يختفى ثم يظهر)

Intermodulation تعديل بينى

Internal resistance

مقاومة داخلية (مد Ri)

Interrupted continuous waves

موجات متواصلة متقطعة (i.c.w.)

Intrinsic أصيل ، ذاتى

Inverse عكسى ، مقلوب

Inverter عاكس ، قالب(من يقلب)

Ion أيون

Ion burn احتراق أيونى

Ionic bonding ترابط أيونى

Ionization تأين

Ionosphere الجو المؤين ، الأيونوسفير

Ion trap مصيدة أيونات

Iron dust core

قلب من برادة الحديد

Isolate يعزل

Isolation transformer محول عزل

Isolator عازل

J

Jack مقبس

Jamming تشويش ، تشوش

Jig دليل تشغيل ، تجهيزة

Joint وصلة

Joule (J) جول (وحدة طاقة ،

١ جول = ١٠^٧ إرج = ١,٢٣٩ كالر)

Joule's law قانون « جول »

Jumper وصلة تخطى

Junction - box صندوق توصيل

Junction transistor

ترانزستور الوصلة

K

Kelvin temperature

درجة حرارة « كلفن »

(درجة حرارة مطلقة = - ٢٧٣°م)

Key مفتاح

Keyed AGC ضك أ محجوز

Key station محطة رئيسية

Kilo (K ك) كيلو (١٠٠٠).

Kilo cycle كيلو ذبذبة

(Kc/s ك ذ/ث)

Kilo watt (KW كو) كيلووات

Kinescope شاشة (كاينسكوب)

Kirchhoff's laws

قوانين « كيرشوف »

Klystron كلايسترون

L

Lag يتأخر ، يتخلف ، تخلف

Laminations رقائق

Laser ليزر

Lateral جانبي

Lattice تشابك ، تشابكى

Lead يسبق ، يتقدم ، وصلة كهربية

تسراح رالدة

ب

Leakage inductance
محاثة تسرب

Leakage resistance
مقاومة تسرب

Lens — عدسة

Lenz's law — قاعدة « لنز »

Level — مستوى ، منسوب

Level of signal — منسوب الإشارة

Lighthouse — منارة ، فنار

Lightning arrestor — مانعة صواعق

Light storage principal
مبدأ تخزين الضوء

Limit — يحدد ، حد

Limiter — مُحَدِّد

Limiting resistance
مقاومة حديّة

Line — خط ، مستقيم

Lineal ، Linear — خطي

Linearity — خطيّة ، استقامة

Linearity control — تحكم الخطيّة

Line-of-sight — خط الرؤيا

Line output transformer — محول
خروج الخط (محول خروج أفقي)

Lines of magnetic force
خطوط قوى مغناطيسية

Lissajous figures
أشكال « ليساجوس »

Litz wire — سلك « ليتز »
(يتركب من عدة شعيرات نحاس معزولة
عن بعضها ومجدولة بطريقة خاصة)

Live chassis — شاسيه حي (مكهرب)

Load — حمل

Loaded — مُحَمَّل

Loading coil — ملف تحميل

Lobe — فص استجابة هوائي مُوَجَّه

Local — محلي ، موضعي

Local oscillator — مذبذب محلي

Locating plate — لوح تمكين

Locking range — مدى الإحكام

Logarithm — لوغاريتم (لو log)

Logarithmic amplifier
مكبر لوغاريتمي

Logic circuit — دائرة منطق

Long-playing record
اسطوانة أداء طويل

Long wave — موجة طويلة
(م.ط LW)

Loop antenna — هوائي إطاري

Loose — سائب ، مرتخ

Loose coupling — ربط سائب

Loss — فَقْد

Loss angle — زاوية الفقد

Loudness — جهارة

Loudspeaker — سماعة

Low-pass filter
مرشح تمرير منخفض

Lumen (lm) لومن
(وحدة تدفق ضيائى)

Luminescent
ضيائية ، ذو اشعاع ضوئى

Luminosity ضياء ، سُطوع

Lumped constants ثوابت مجمّعة

M

Magic eye عين سحرية

Magnet مغناطيس

Magnetic مغناطيسى

Magnetic deflection
انحراف مغناطيسى

Magnetic field مجال مغناطيسى

Magnetic flux انسياب مغناطيسى

Magnetic saturation
تشبع مغناطيسى

Magnetic shield حجاب مغناطيسى

Magnetism مغناطيسية

Magnetron ماجنيترون

Magnification تكبير

Magnification factor (Qfactor)
مُعامِل التكبير $\left(Q = \frac{٢ ط د ل}{م} \right)$

Main رئيسى

Major أكبر ، أعظم

Majority غالبية ، أكثرية

Majority carriers غالبية الحوامل

Manual يدوى ، كُتَيِّب

Manufacture يصنع ، صناعة

Mark علامة ، يعلم

Marker] generator مولد علامة

Marking وضع علامة ، علام

Mask قناع ، يحجب

Masking تغطية ، حَجْب

Mass كتلة

Mass-production إنتاج بالجملة

Mast aerial هوائى صارى

Master oscillator مذبذب رئيسى

Match يوائم ، يوفق

Matched drive تشغيل توافق

Matching توفيق ، توافق، مواءمة

Matching transformer
محول توفيق ، محول موائم

Matrix القالب الأم ، ختم

Maximum نهاية عظمى ، أقصى

Maximum undistorted output
أقصى خروج غير مشوّه

Maximum working voltage
أقصى ضغط تشغيل

Maxwell ماكسويل
(وحدة الانسياب المغناطيسى)

Mean متوسط ، وسط

Mean effective value
متوسط القيمة الفعّالة

Means وسائل ، وسيلة

Measure يقيس

Measuring probe مجَس قياس

Mechanical ميكانيكى

Mechanical scanning
رسم الصورة ميكانيكيا

Medium وسط ، متوسط

Medium wave موجة متوسطة
(MW م.م)

Mega (M) ميجا (مليون)

Megacycle ميجا ذبذبة
(Mc/s ميجا ذ/ث)

Megaphone ميجافون، جهاز نداء

Megohm (ميجا أوم (ميجا

Mesa transistor ترانزستور ميسا

Metal معدن

Metal oxide semicondutor transistor (MOS م‍وس)
ترانزستوأوكسيدمعدنى نصف‌موصل

Metal rectifier موحد معدنى

Metric مترى ، عشرى

Mho مهو
(وحدة توصيل ، معكوس الأوم)

Mica ميكا

Mica capacitor مكثف ميكا

Micro (μ) ميكرو ($١٠^{-٦}$)

Microelectronics
الكترونيات ميكرونية

Microfarad (μF μ) ميكروفاراد

Microgroove
مجرى دقيق (ميكروجروف)

Microphone ميكروفون

Microphony ميكروفونى

Microwaves موجات دقيقة

Milli (m م) ملى (جزء من ألف)

Millampere (mA مأ) ملى أمبير

Miniature tubes صمامات دقيقة

Minimum أدنى ، نهاية صغرى

Minority أقلية

Minority carriers حوامل الأقلية

Mismatch لاتوافق، اختلاف المواءمة

Mixer مازج ، خالط

Mobile نقالى ، متنقل

Mobility انتقالية ، تنقلية

Modulate يعدل ، يضمن

Modulated معدل

Modulating معدل

Modulation تعديل

Modulation depth عمق التعديل

Modulator معدل

Molecular magnets
مغناطيسيات جزيئية

Molecule جزىء

Momentary لحظى

Monitoring مراقبة

Monochrome ذو لون واحد

Monoscope مونوسكوب
(أنبوبة نموذج اختبار واحد ثابت)

Monostable أحادى الاستقرار

Montage مونتاج

MOS م و س
(Metal - oxide - semiconductor
(اوكسيد معدنى نصف موصل

MOS field effect transistor
ترانزستور تأثير المجال م و س

Mosaic موزايك

Motor محرك كهربى ، موتور

Motor b.ating كركرة صوتية

Moving coil meter
جهاز قياس نوع الملف المتحرك

Moving iron meter
جهاز قياس نوع الحديد المتحرك

Multi- متعدد

Multi - channel متعدد القنوات

Multipath متعدد المسارات

Multiplier مُضاعِف

Multivibrator مذبذب متعدد

Mutual متبادل ، تبادلى

Mutual conductance
توصيل مشترك ، مواصلة تبادلية

Mulual inductance
تأثير متبادل ، محاثة تبادلية

N

Nano - نانو (بادئه بمعنى ١٠-٩)

Nano farad (N.F نانوفاراد (ن ر

NBC (National Broadcasting Company) محطة الإذاعة الأهلية

Needle إبرة

Negative سالب ، سلبي

Negative bias انحياز سالب

Negative feedback
تغذية خلية سالبة

Negative modulation
تعديل سالب

Negative temperature coefficient مُعامِل حرارى سالب
(م ح س NTC)

Neon lamp لمبة نيون

Neper نبر (وحدة توهين أو كسب)

Network دائرة كهربية مركبة
شبكة اتصال

Neutral متعادل ، محايد

Neutralize يعادل ، يبطل

Neutralization معادلة ، تعادل

Neutrodyne receiver
مُستقبِل نيوترودايني ،
مستقبل بالفعل المتعادل

Neutron نيوترون

Nipkow disc قرص « نيكو »

Node عقدة (نقطة أقصى تيار أو ضغط فى حالة الموجة الواقفة)

Noise شوشرة ، ضوضاء

Noise factor مُعامل الشوشرة

Noise figure رقم الضوضاء
شكل الشوشرة (ك ر NF)

Noise filter مرشح شوشرة

Noise gate control
تحكم حاجز الشوشرة

Noise immunity
الحصانة ضد الشوشرة ، مُضيّع شوشرة
Noise level مستوى الشوشرة
Noise limiter مُحدِّد الشوشرة
Noise supressor كابت الشوشرة
No - load لاحمل ، غير محمل
Nomogram, Nomograph
مخطط بيانى
Non directional غير مُوجّه
Non linear غير خطى
Non linearity عدم الخطيّة
North pole قطب شمالى
Noval نوڤال
n-p junction وصلة س/م
n-p-n junction transistor
ترانزستور وصلة س/م/س
n - type semiconductor
نصف موصل نوع / س
Nucleus نواة ، نُوَيّة
Null لا شيء ، باطل
(قيمة صفرية للتيار فى دائرة كهربية)
Nuvistor نوڤيستور
(صمام صغير سيراميك يصلح للعمل عند ى ع ج)

O

Oblique مائل ، منحرف
Obsolete بطل استعماله
Octal أوكتال
Octal base قاعدة ثمانية الملامسات
Octode صمام ثمانى (أوكتود)
Oersted إرستد
(وحدة الشدة المغناطيسية)
Off - position of switch
وضع القطع أو الفصل للمفتاح
Ohm أوم (Ω)
Ohmeter أوميتر
(جهاز قياس الأوم)
Ohmic drop هبوط أومى
Ohm's law قانون أوم
Omnidirectional aerial
هوائى لجميع الاتجاهات
On off switch
مفتاح توصيل وقطع
Open antenna هوائى مفتوح
Open circuit دائرة مفتوحة
Operating point نقطة التشغيل
Opposite phase
متضاد الوجه ، متعارض الطور
Opposite poles أقطاب متضادة
Optical بصرى ، إبصارى
Optimum أمثل
Optimum coupling
أقصى ربط ، أمثل تقارن
Optional إختيارى

OR, AND, NOR (NOT-OR), NAND (NOT-AND)
أو ، و ، لا أو ، لاو

Orbit مدار ، فلك

Ordinate الإحداثى الرأسى

Orientation توجيه ، اتجاه

Orthicon أورثيكون
(أنبوبة تصوير تليفزيون)

Oscillation تذبذب

Oscillator مذبذب

Oscillograph راسم كهربى
(أوسيلوجراف)

Oscilloscope راسم كهربى
(أوسيلوسكوب)

Outdoor antenna هوائى خارجى

Out-of balance مختل الاتزان

Out-of focus غير مركز

Out-of phase غير متحد الوجه

Output خروج ، مخرج

Output transformer محول خروج

Overall إجمالى

Overall gain الكسب الإجمالى

Overall loss الفقد الإجمالى

Overall response
الاستجابة الإجمالية

Overall selctivity
الانتقائية الإجمالية

Overhead line خط علوى

Overlap تراكب ، تداخل

Overload (O/L ح/ز)
حمل زائد ، تجاوز الحمل

Over modulation تعديل زائد

Oxide-coated cathode
مهبط مغطى بالأوكسيد

Oxidization أكسدة ، تأكسد

P

Pad وسادة ، وحدة توهين

Padding capacitor
مكثف ضبط سعوى

Pairing of lines ازدواج الخطوط

PAL colour system
نظام پال للتليفزيون الملون

Paper capacitor مكثف ورقى

Parabola قطع مكافئ

Parallel متوازى

Parallel resonant circuit
دائرة رنين توازى

Paramagnetic
پارا مغناطيسى ، متوازى المغناطيسية

Parameter پارامتر ،
كمية متغيرة القيمة ، معامل مشتق

Parasitic طفيلى

Partial جزئى

Passive components
قطع غير فعالة

Pattern نموذج

Pattern generator مولد النموذج

Peak قمة ، ذروة

Peak alignment ضبط القمة

Peaking coil ملف ذروى

Peak-reverse-voltage
قمة ضغط معكوس

Peak-to-peak
من القمة للقمة (ق-ق p.p)

Pedestal قاعدة ، حامل

Pentagrid tube
صمام خماسى (پنتاجرد)

Pentode صمام خماسى (پنتود)

Percent modulation
نسبة التعديل

Periodic دَوْرى

Periodic relaxation
استرخاء دورى

Peripheral محيطى ، خارجى

Permalloy برمالوى
(سبيكة ذات انفاذية مغناطيسية عالية)

Permanet magnet
مغناطيس دائم

Permeabilty الانفاذية ، القابلية

Permeability tuning تنغيم انفاذى

Permittivity (dielectric constant
المُجاوزِيّة (ثابت العزل

Perpendicular عمودى ، متعامد

Persistence مداومة ، دوام

Persistence of vision
مداومة الإبصار ، انطباع النظر

Phantom وهمى

Phase وجه ، طَوْر

in phase متحد الوجه

out of phase مختلف الوجه

Phase angle زاوية الوجه

Phase detector كاشف الوجه

Phase difference فرق الوجه

Phase inverter عاكس الوجه

Phase modulation
تعديل وجه ، تضمين طور

Phase shift زحزحة الوجه

Phase-splitter شاطر الوجه

Phon فون

Phonograph pickup
لاقط فونوغراف

Photo cathode مهبط ضوئى

Photo chemical كيمو ضوئى

Photoconductivity
التوصيل الضوئى ، الموصلية الضوئية

Photo-electric cell (P.E.C.
خلية كهروضوئية (خ ك ض

Photon فوتون (وحدة كم ضوئى)

Photo sensitive حساسية ضوئية

Photo-transistor ترانزستور ضوئى

Physica طبيعى ، فيزيائى

Pickup لاقط صوتى

Picture element جزىء الصورة

Picture tube أنبوبة الصورة

Pierce oscillator مذبذب پيرسي
Piezoelectric effect
ظاهرة كهربائية الإجهاد
Pilot lamp
لمبة بيان ، مصباح دليلي
Pinch
قَرص ، زجاجة تثبيت صمام
Pin cushon distortion
تشوية مخدة الدبابيس
Pip علامة تظهر على الشاشة
Pitch درجة النغم
Planar transistor ترانزستور پلانار
Plate لوح
Plate dissipation
تشتيت اللوح ، التبدد اللوحي
Plate-grid capacitance
السعة بين اللوح والشبكة
Plug قابس
Plug in تركيب قابس
P-n junction وصلة م/س
p-n-p transistor
ترانزستور م/س/م
Point contact توصيل نقطة
Pointer مؤشر
Pointer arrowhead
مؤشر رأس حربة
Pointer hair line
مؤشر خط الشعرة
Poisoning of cathode
تسمم المهبط

Pointer knife-edge
مؤشر حد السكين
Polar diagram رسم بياني قطبي
Polariy قطبية
Polarization استقطاب
Polarized مستقطب
Pole قطب
Polycrystalline متعدد البلورات
Polymorphic
متعدد الأشكال ، متشكل
Polyvinyl chloride
پوليڤينيل كلوريد (پ‌ڤ‌س PVC)
Portable نقالي ، يُحمَل
Positive موجب
Positron پوزترون
Potential جهد
Potential difference فرق الجهد
Potential gradient تدرج الجهد
(Energy barrier حاجز طاقة)
Potential hill مرتفع الجهد
Potentiometer
مُجَزِّئ ضغط ، پوتنشيومتر
Powdered iron core
قلب من برادة الحديد
Power قدرة ، قوة ، شدة
Power factor مُعامل القدرة
Power pack وحدة توليد القدرة
Power supply منبع قدرة

Power transformer محول قدرة
Power tube صمام قدرة
Pre - amplifier مكبر متقدم
Pre - emphasis رفع الذروة
Primary winding ملف ابتدائى
Printed board لوحة مطبوعة
(PB ل ط)
Printed circuit دائرة مطبوعة
(PC د ط)
Printed wiring
توصيلات سلكية مطبوعة
Probe مجس
Progressive duolateral winding
اللف المستعرض المزدوج المتتالى
Progressive scanning
رسم متتالى ، مسح تقدمى
Projection television
تليفزيون العرض
Propagation انتشار ، امتداد
Properties خواص ، خصائص
Proton بروتون
Proximity effect تأثير التقاربية
P - type semiconductor
نصف موصل نوع / م
Public address system
نظام إذاعى
Pulling شد
Pulse نبضة

Punch through(Reach-through) voltage ضغط الثقب
Puncture voltage فلطية الثقب
Push - button زرار انضغاطى
Push - pull دفع / جذب

Q

Quadrature grid شبكة تعامدية
Quadrature reactance
مفاعلة تعامدية
Quadrature transformer
محول تعامدى
Quality جودة ، نوع
Quality factor (Q) معامل الجودة
Quantity كمية
Quantity sensitivity
الحساسية فى قراءة الكمية
Quantum كم ، كوانتم
Quarter - wave antenna
هوائى ربع موجة
Quarter - wave line
خط طوله ربع موجة
Quartz crystal
بلورة كوارتز (مرو)
Quartz resonator مرنان كوارتز
Quiescent ساكن
Quiescent current تيار السكون

R

Radar رادار
(Radio detecting and ranging)

Radiate ـ يشع
Rauiation إشعاع
Radiation field مجال إشعاعى
Radiation pattern نموذج إشعاعى
Radiation resistance
مقاومة الإشعاع
Radiative field مجال إشعاعى
Radiator مُشِـع
Radio راديو
Radio-astronomy
علم الفلك الراديوى
Radio frequency
تردد راديو (ت.ر RF)
Random عشوائى
Range مدى ، نطاق
Raster الهيكل الخطى ، الرسم
Rate مُعدَّل
Rateu مُقنَّن
Ratio نسبة
Ratio detector كاشف النسبة
Rattling خشخشة
Ray شعاع
Reach-through voltage
ضغط التَّقب
Reactance مفاعلة ؛ ممانعة
Reactivation إعادة تنشيط
Reactive مُفاعل
Reactor مُفاعِل
Receiver جهاز استقبال ، مُستقبِل
Receiving استقبال
Reception استقبال
Record
يسجِّل ، اسطوانة جرامون
Record-changer مغيِّر اسطوانات
Record-player لاعب اسطوانات
Recorder
مُسَجِّل ، جهاز تسجيل
Recording head راس تسجيل
Rectification توحيد ، تقويم
Rectifier مُوحِّد ، مقوِّم
Rectilinear
مستقيم ، فى خط مستقيم
Reflector عاكس
Refraction إنكسار
Regeneration استرجاع
Regenerative إعادة توليد
Regulate ينظم
Regulator مُنَظِّم
Relaxation oscillator
مذبذب استرخاء
Relay مُرَحِّل ، متمم
Relay station محطة ترحيل
Reliability عوّل ، اعتمادية
Reluctance ممانعة (مغناطيسية)
Remanent magnetism
المغناطيسية المتبقية
Remote control تحكُّم من بعد
Reproduce يعيد الإنتاج

Reproducibility
قابلية إعادة الإنتاج

Reservoir capacitor
مكثف تخزين

Residual magnetism
المغناطيسية المتخلفة

Resin راتينج ، قلفونية

Resistance مقاومة

Resistance drop هبوط المقاومة

Resistance - capacitance coupling ربط مقاومة – سعة

Resistor مُقاوِم

Resolution بيان ، تحليل

Resonance رنين

Resonance frequency
تردد الرنين

Resonant circuit دائرة رنين

Resonator مِرْنان

Response استجابة

Response curve
منحنى الاستجابة

Rest current تيار الثبات

Restoration إعادة ، أرجاع

Retarding field مجال مثبط

Retentivity (Remanence)
المتخلفية ، الاستبقائية

RETMA (Radio Electronics Television Manufacturers Associations) اتحاد صناعات الراديو والإلكترونيات والتليفزيون

Return line
خط الرجوع أو الارتداد

Reverberation اصداء ، ترداد

Reverberation time زمن الترداد

Reverse biasing انحياز عكسي

Reverse breakdown voltage
ضغط انهيار عكسي

Reverse leakage current
تيار تسرب عكسي

RF interferences
تداخلات ى. ر

Rheostat مقاوِم متغير ، ريوستات

Rhombic antenna
هوائي على شكل مُعَيَّن

Ribbon microphone
ميكروفون شريطي

Rimlock
القفل الإطاري (ريملوك)

Ringing دق

Ringing coil ملف الرنين أو الدق

Ripple current تيار مُوَيْجي

Rise time
وقت الصعود أو الارتفاع

RMA (Radio Manufacturers Association)
اتحاد صناعات الراديو

Root mean square
جذر متوسط التربيع (ج م ت rms)

Rotor العضو الدوار

Routine test
اختبار رتيبى (روتينى)
Rule قاعدة
Run-in groove
مجرى الابتداء للاسطوانة
Run-out groove
مجرى الانتهاء للاسطوانة

S

Saddle coil ملف سرجى
ملف ملفوف على هيئة سرج
Safety factor مُعامل أمان
Safety window
الزجاج الواقى من الشاشة
Sag إرتخاء
Satellite station محطة أقمار
Saturation تشبع
Saw-tooth generator
مولد أسنان منشار
Saw-tooth voltage
ضغط أسنان منشار
Scan يمسح (من مساحة)
Scanning مسح ، رسم الصورة
Scanning raster الهيكل الخطى
Scattering استطارة
Schedule قائمة ، جدول
Schematic diagram
رسم بيانى تخطيطى
Schottky effect تأثير شوتكى
(Shot noise ضوضاء طلقية)

Screened cable كابل مُحَجَّب
Screen grid
شبكة حاجزة أو حاجبة
SECAM colour system
طريقة سيكام للتليفزيون الملون
Secondary electrons
كهارب ثانوية
Secondary emission
قذف ثانوى ، إبتعاث ثانوى
Secondary winding ملف ثانوى
Second breakdown إنهيار ثان
Second detector
الكاشف الثانى (بعد مراحل ى.ن)
Seed crystal بلورة بذرة
Selectivity انتقائية ، اختيارية
Selenium rectifier
موحد سيلينيوم
Self-bias انحياز ذاتى
Self induction
تأثير ذاتى ، حث ذاتى
Self oscillation تذبذب ذاتى
Semiconductors
نصف موصلات ، أشباه موصلات
Sensitivity حساسية
Series توالى ، متتالية
Service area منطقة الخدمة
Service band نطاق الخدمة
Service data معلومات الخدمة
Serviceman عامل خدمة
Service oscillator مذبذب خدمة

Servo mechanism
آلية موازرة (سيرڤو ميكانيزم.)
Shield حجاب ، درع
Sheilded cable كابل مُحَجَّب
Sheilded CRT شاشة مدرعة
Short circuit قِصَر
Short wave موجة قصيرة
(S.W م.ق)
Shot effect
تأثير القذف ، الظاهرة الطلقية
Shot noise ضوضاء طلقية
Shunt مُفَرِّع تيار ، تحويلة
Shunting capacitance
سعة التحويلة
Side - band حزمة جانبية
Signal إشارة
Signal generator مولد اشارة
Signal - to - noise ratio
نسبة الإشارة للشوشرة (ش/ر $\frac{S}{N}$)
Signal tracer قاطر الإشارة
Silicon سليكون
Silicon controlled rectifier (SCR
موحد سليكونى متحكم فيه (م س ح
(Thyristor ثيريستور)
Silistor مقاومة حساسة للحرارة
Simple harmonic motion
حركة توافقية بسيطة (SHM)
Sine wave موجة جيبيّة

Single-ended مفرد النهاية
Single side band (S.S.B.
حزمة جانبية منفردة (ح.ج.م
Sinusoidal
جيبي ، على شكل منحنى جيبى
Skin effect مفعول القشرة
Skip distance مسافة التفويت
Sky wave موجة سماوية
Slice شريحة
Slope (S,Gm ص) الميل ،
التوصيل المشترك
Slope detector (anode bend detector) كاشف الميل ،
الكشف بواسطة صمام ثلاثى
Smear ghost شبح ملطخ
Smoothing تنعيم
Smoothing chock خانق تنعيم
Smoothing condenser
مكثف تنعيم
Socket قاعدة صمام ، دواة ، مقبس
Soldering iron كاوية لحام
Solenoid ملف لولبي
Solid state الحالة الصلبة
Sound صوت
Sound on vision
صوت على الصورة
Source منبع ، مصدر
Source- follower تابع المنبع
South pole قطب جنوبى
Space sharge شحنة فراغ

Spare parts
أجزاء احتياطية ، قطع غيار
Spark شرارة
Spark-over (Flash-over)
قفز الشرارة
Specifications مواصفات
Spceific inductive capacitance
المُجَاوِزِيَّة ، القدرة النوعية للحث
Specific resistance
المقاومة النوعية
Spectrum طيف
Spiral winding ملف حلزونى
Split sound system
طريقة الصوت المنفصل
Spot بقعة
Spurious radiaton
إشعاع مزيف
Square-wave generator
مولد موجة مربعة
Stable مستقر
Stability استقرار
Stabilizer مُوَازِن
Stabilizing circuit
دائرة استقرار
Stacked array هوائى مرصوص
Stage مرحلة
Stagger tuning تنغيم خلاف
Standard قياسى ، إمامى
Stand-by احتياطى
Standing wave
موجة واقفة ، موجة ثابتة
Starter بادئ
Static استاتيكى ، ساكن
Stationary wave موجة مستقرة
Steady مستقر
Steady state حالة استقرار
Step-down transformer
محول خفض
Step-up transformer محول رفع
Stereophonic sound
صوت مجسم أو مجسد
Straight receiver
جهاز استقبال مباشر
Stranded cable كابل مجدول
Stray capacitance سعة شاردة
Streaked (Flare)
مشرَّط ، مخطط
Striking voltage ضغط القدح
Strips شرائح
Stroboscopic disc
قرص ستروبوسكوب
Stub line خط أبتر
Studio ستوديو
Subassembly تجميع فرعى
Sub-carrier موجة حاملة فرعية

Sub-miniature tubes
صمامات صغيرة جداً ، صمامات دقيقة
Substrate الطبقة الدنيا
Superhetrodyne receiver
جهاز سوبرهترودين
Super-high frequency
تردد فوق العالي (ذ ف ع SHF)
Supersonic فوق صوتي ،
فوق سمعي
Suppressor كابت
Suppressor grid شبكة مانعة
Surface failure تلف السطح
Surge current تيار تموري ،
تيار اندفاع
Susceptance (B)
مهاودة ، تقبلية
Sustained oscillation
ذبذبة مداومة ، تذبذب مداوم
Sustaining voltage
ضغط مداوم
Sweep اكتساح
Sweep generator
مولد اكتساح ، مولد مسح
Sweep line خط الاكتساح
Swing تأرجح
Switch مفتاح كهربي (سويتش)
Switchboard لوحة مفاتيح
Switching - off توصيل دائرة كهربية
Switching - on قطع دائرة كهربية
Switch tuner منغم سويتش
(منتخب قنوات سويتش)

Synchro-guide مرشد تزامن
Synchrolock محكم تزامن
Synchronization تزامن
Synchronizing pulses
نبضات تزامن
Synthetic مصطنع ، اصطناعي

T

Tachometer تاكومتر
(مقياس عدد الدورات في الدقيقة)
Tank circuit دائرة خزان
Tape recorder
مسجل شريطي ، جهاز تسجيل
Tapped مفرع
Tapping تفريع
Target هدف
Target plate لوح الهدف
Technical data معطيات فنية
Technician فني
Telecomunication
الاتصال البعيد
Telemetering القياس عن بعد
Television (TV) تليفزيون
Terminal نهاية ، طرف
Test pattern نموذج اختبار
Test prod مجس اختبار
Tetrode صمام رباعي (تترود)

Thermal حرارى

Thermal agitation إثارة حرارية

Thermionic emission
ابتعاث ثرميونى

Thermionic valve صمام ثرميونى

Thermistor ثرميستور (مقاومة ذات معامل حرارى سالب كبير)

Thermo-electricity
الكهربية الحرارية

Thermostat ثرموستات
(سويتش حساس للحرارة)

Thin film transistor
ترانزستور الغشاء الرقيق

Thyratron ثيراترون
(صمام ثلاثى غازى)

Thyristor ثيريستور
(نصف موصل ثيراترون)

Thyrite ثايريت
(مادة موصلة تتناقص مقاومتها بزيادة الفلطية المسلطة)

Tight coupling ربط وثيق

Tilt ميل

Time constant ثابت الزمن

Time-delay تعوق زمنى

Timer مؤقت

Tolerance تفاوت

Tone نغمة

Tone control
ضابط النغم ، حاكم النغم

Toroidal coil ملف ترويدال ، ملف حلقى (مقفل المجال)

Tracing تتبع ، اقتفاء

Tracking تتبع ، موالفة آنية

Trailing ghosts أشباح تابعة

Transceiver
مرسل مستقبل ، ترانسيفر

Transconductance (S, Gm ص)
توصيل مشترك ، مواصلة تبادلية

Transcription تسجيل إذاعى

Transducer محول طاقة

Transfer characteristic
منحنى مميز انتقالى

Transformer محول

Output tr. محول خروج

Power tr. محول قدرة

Transient عارض ، عابر

Transistor ترانزستور

Transistor parameters
الكميات المتغيرة القيمة للترانزستور

Transition region منطقة انتقال

Transit time وقت العبور ، زمن الانتقال

Transmission إرسال ، نقل

Transmission line خط نقل
(Feeder line خط تغذية)

Transmitter جهاز إرسال ، مرسل

Trap مصيدة

Trapezium distortion
تشويه المعين المنحرف

Travelling wave موجة متنقلة

Treble نغمات مرتفعة

Trigger circuit
دائرة قدح ، دائرة زند

Trigger pulse نبضة بدء

Trimmer capacitor
مكثف ضبط ، مكثف تهذيب

Trimming screwdriver
مفك ضبط

Trimming transformer
محول ضبط

Triod صمام ثلاثي (تريود)

Trouble shooting
إيجاد الأعطال وتصليحها

Tube صمام

Tubular capacitor مكثف أنبوبي

Tune ينغم ، يوالف

Tuned amplifier مكبر منغم

Tuned circuit دائرة منغمة

Tuned plate tuned grid
تنغيم لوح تنغيم شبكة
(TPTG تحتش)

Tuner مُنَغِّم

Tuning تنغيم ، موالفة

Tuning circuit دائرة تنغيم

Tuning condenser مكثف تنغيم

Tunnel diode ثنائي النفق

Turret tuner مُنغِّم شرائحي ، مُنتخِب قنوات شرائح (تريت)

TV اختصار كلمة تليفزيون

Tweeter تويتر
(سماعة ثلاثية لأداء الترددات العالية من ٢,٥ إلى ١٦ ك ذ / ث

Twin feeder line
خط تغذية توأم (مِجوز)

U

Ultra High Frequency
التردد بعد العالي (UHF وبع)

Ultra-short waves (USW مشق)
موجات شديدة القصر

Ultrasonic
فوق السمعي ، مابعد السمعي

Ultraudion ocillator
مذبذب التراوديون

Unbalaced غير متوازن

Undistorted غير مشوه

Unijunction transistor
ترانزستور أحادي الوصلة

Unilateralized أحادي الاتجاه

Unipolar transistor
ترانزستور أحادي القطب

Universal test meter
جهاز قياس شامل أو جامع

Unstable غير مستقر

Utility factor مُعامِل النفعيّة

V

Vacuum tube (VT) صمام مفرغ
Vacuum - tube voltmeter (VTVM) فولتمتر الصمام
Valance تكافؤ
Valance electron كهرب تكافؤ
Valence band نطاق التكافؤ
Valve صمام
Valve holder حامل الصمام ، ماسك الصمام
Valve voltmeter فولتمتر الصمام
VAR (Volt- Ampere, Reactive) ف أ ع (وحدة المركبةاللاواتية للقدرة)
Varactor ڤاراكتور (مكثف يعتمد على الضغط)
Variable متغير
Variable capacitor مكثف متغير
Variable resistor مقاومة متغيرة
Variable - mu valve صمام متغير المواصلة التبادلية
Varistor (VDR ڤاريستور (م‌دض (مقاومة تعتمد على الضغط)
Velocity سرعة
Vernier وَرْنِيَّة
Vertical رأسي
Vertical hold الثبات الرأسي
Vertical hold control ضبط الثبات الرأسي
Vertical linearity الخطيَّة الرأسية
Vertical linearity control ضبط الخطية الرأسية
Vertical polarization استقطاب رأسي
Vertical resolution بيان التفاصيل الرأسي
Very - high frequency تردد عالٍ جداً (دع ج VHF)
Vestigal sideband transmission الإرسال الجزئي للحزمة الجانبية
VHF دع ج (تردد عالٍ جداً)
Vibrator مهتز ، زنان (اسم سمع)
Video مرئي ، صوري
Video frequency تردد مرئي
Vidicon أنبوبة تصوير ڤيديكون
Viewing angle زاوية الرؤيا
Viewing distance مسافة الرؤيا
Virtual تقديري ، افتراضي
Vision إبصار ، رؤية
Visual مرئي ، بصري
Visual alignment الضبط المرئي
Voice صوت
Voice coil ملف الصوت
Volt (ف V) ڤولت
Voltage ضغط ، ڤولطية
Voltage adaptor مُوَفِّق ضغط

Voltage depending resistor
مقاومة تعتمد على الضغط
(مدض VDR)

Voltage divider
مقسم ضغط ، مجزئ ڤولطية

Voltage doubling مثنى الضغط

Voltage drive تشغيل ضغط

Voltage drop هبوط الضغط

Voltage multiplier مضاعف ضغط

Voltage - reference diode
ثنائى ضغط مرجعى
(Zener diode ثنائى زينر)

Voltage stabilizing tubes
أنابيب تثبيت الضغط

Volt-Ampere , Reactive (VAR
ڤولت أمبير ، مفاعل (ف أ ع

Volt - amper (VA ڤولت أمبير (ف أ

Voltmeter ڤولتمتر
(جهاز لقياس الڤولت)

Volume control ضبط الجهارة

Volume resistivity
المقاومة الحجمية
(specific resistance
(المقاومة النوعية

W

Wafer بسكويتة قرص مفتاح توصيل

Walkie - Talkie وكى/ توكى
(جهاز إرسال واستقبال)

Watt وات

Watt-hour (WH وات ساعة (وس

Wattless power قدرة لا واتية

Wattmeter واتمتر
(جهاز قياس القدرة)

Wave موجة

Waveform الشكل الموجى

Wave - length الطول الموجى

Waverange switch مفتاح الموجات

Wave trap مصيدة موجات

Weber ويبر
(الوحدة العملية للتدفق المغناطيسى
وتقابل ١٠^٨ ماكسويل)

Wedge اسفين

Wehnelt cylinder
اسطوانة « وينيلت »

Wheatstone bridge
قنطرة « هويتستون »

Whip aerial هوائى السوط

Whistle صفارة

Whistle filter مرشح الصفارة

Wide band amplifiers
مكبرات متسعة الحزمة

Width coil ملف العرض

Width control ضبط العرض

Wire سلك

Wireless لاسلكى

Wire strand جديلة سلك

Wire stripper قشارة سلك

Wire trimmer
مكثف ضبط سلكى

Wire wound resistor
مقاومة سلك ملفوف

Wire wrapping لف السلك

Wiring توصيل الأسلاك

Wiring diagram
رسم بيان التوصيلات الكهربية

Wobbulator
مُعدّل تردد (ووبيلاتور)

Wolfram ولفرام
(Tungsten تنجستن)

Work شغل ، يشتغل

Work bench طاولة تشغيل (تزجة)

Work function دالة الشغل

Working drawing رسم تشغيل

Working voltage ضغط التشغيل

Wrench مفتاح ربط

X

X-axis المحور السينى

X-ray أشعة إكس

X-ray tube أنبوبة أشعة إكس

Y

Yagi antenna هوائى «ياجى»

Y-axis المحور الصادى

Yellow spot النقطة الصفراء

Yoke مقرن
(deflection yoke مقرن انحراف)

Z

Z-axis المحور العينى

Zener breakdown voltage
ضغط انهيار زينر

Zener diode ثنائى زينر

Zener effect تأثير زينر

Zero adjustment
ضبط قراءة الصفر

Zero beat تضارب صفرى

Zero error الخطأ الصفرى

Zero point نقطة الصفر

Zero potential جهد الأرض

Zero reading قراءة الصفر

Zigzag متعرج

Zirconium زركونيوم (فلز)

Zone refining تنقية المنطقة

Zoom lens عدسة زوم
(عدسة مركبة لكاميرات التليفزيون)

الرموز والوحدات

البوادئ (Prefix) :

بإدخال البوادئ التالية على أوائل الكلمات ، تعطى المعنى الآتى :

البادئة	الرمز العربى	الرمز الأجنبى				
بيكو	ب	P	=	$\frac{1}{1000\ 000\ 000\ 000}$	=	(× ١٠−١٢)
نانو	ن	n	=	$\frac{1}{1000\ 000\ 000}$	=	(× ١٠−٩)
ميكرو	μ	μ	=	$\frac{1}{1000\ 000}$	=	(× ١٠−٦)
ملى	م	m	=	$\frac{1}{1000}$	=	(× ١٠−٣)
كيلو	ك	K	=	١٠٠٠	=	(× ١٠٣)
ميجا	ج	M	=	١٠٠٠ ٠٠٠	=	(× ١٠٦)
جيجا	جج	G	=	١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	=	(× ١٠٩)
تيرا	ت	T	=	١٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠	=	(× ١٠١٢)

الأطوال والمساحات والحجوم :

الأطوال (ل)		المساحات (ت)	الحجوم (ح)
مم	(mm) = مليمتر	مم٢	مم٣
سم	(cm) = سنتيمتر	سم٢	سم٣
م	(m) = متر	م٢	م٣
كم	(km) = كيلو متر	كم٢	كم٣

" هذه العلامة معناها بوصة . فمثلا ٣" معناها ثلاث بوصات . والبوصة الواحدة تساوى ٢,٥٤ سم .

نق (r) = نصف القطر

ط (π) = النسبة التقريبية = ٣,١٤ = $\frac{٢٢}{٧}$

الزمن (ز T) :

ث (Sec) = ثانية

م ث (m Sec) = ملى ثانية = $\frac{١}{١٠٠٠}$ ث

u ث (µ Sec) = ميكروثانية = $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$ ث

ى (M) = دقيقة = ٦٠ ث

س (H) = ساعة = ٦٠ ى = ٣٦٠٠ ث

التردد (ى F) :

ذ/ث (c/s) = ذبذبة فى الثانية

ك ذ/ث (Kc/s) = كيلو ذبذبة فى الثانية = ١٠٠٠ ذ/ث

ميجا ذ/ث (Mc/s) = ميجا ذبذبة فى الثانية = ١٠٠٠ ٠٠٠ ذ/ث

هرتز (Hz) = تستخدم بدلا من كلمة ذبذبة فى الثانية (ذ/ث)

ى.ص (A F) = تردد صوتى

ى.ر (RF) = تردد راديو

ى.ن (IF) = تردد بينى

ى ع جـ (VHF) = تردد عال جداً

ى ب ع (UHF) = تردد ما بعد العالى

ى ف ع (SHF) = تردد فوق العالى

ى غ ع (EHF) = تردد بالغ العلو

ىر (Fr) = تردد الرنين = $\frac{١}{٢ ط \sqrt{ل س}}$

ل ف ى (rpm) = لفة فى الدقيقة

المقاومة (م R) :

Ω (Ω) = أوم

ك Ω (KΩ) = كيلو أوم = ١٠٠٠ Ω

ميجا Ω (M Ω) = ميجا أوم = ١٠٠٠ ك Ω = ١٠٠٠ ٠٠٠ Ω

م ح (R_L) = مقاومة حمل ، مقاومة لوح

م ط (R_k) = مقاومة مهبط

م ش (R_g) = مقاومة شبكة ، مقاومة مولد إشارة

م د (R_i) = مقاومة داخلية ، مقاومة دخول

م خ (R_o) = متاومة خروج

م ز (R_p) = مقاومة توازى

م ل (R_s) = مقاومة توالى

م ك (R_t) = المقاومة الكلية

ن (S.R.) = المقاومة النوعية

م د ض (V D R) = مقاومة تعتمد على الضغط

م ح س (N T C) = معامل حرارى سلبى

ع (X) = معاوقة ، إعاقة

ع س (X_c) = ممانعة المكثف = $\frac{١}{٢ \text{ ط د س}}$

ع ل (X_L) = ممانعة الملف = ٢ ط د ل

السعة (س C) :

ر (F) = فاراد

μ ر (μ F) = ميكروفاراد = $\frac{١}{١٠٠٠ ٠٠٠}$ ر

ب ر (p F) = بيكو فاراد = $\frac{١}{١٠٠٠ ٠٠٠}$ μ ر

ن ر (n F) = نانو فاراد = ١٠٠٠ ب ر

س م (C_{eq}) = سعة مكافئة

سغ (Cv) = سعة متغيرة

سز (Cp) = سعة توازى

سل (Cs) = سعة توالى

سط (Ck) = مكثف انحياز المهبط

سر (Cc) = مكثف ربط ، مكثف منع

المحاثة (ل L) :

هـ (H) = هنرى

م هـ (m H) = ملى هنرى = $\frac{١}{١٠٠٠}$ هـ

µ هـ (µ H) = ميكروهنرى = $\frac{١}{١٠٠٠}$ م هـ = $\frac{١}{١٠٠٠ ٠٠٠}$ هـ

ق (M) = وحدة التأثير المتبادل

ك (K) = معامل الازدواج = $\frac{ق}{\sqrt{ل_{١} ل_{٢}}}$

Q = رقم التأهيل أو مُعامل الجودة = $\frac{ع_{ل}}{م}$

الضغط (ض E) :

ف (V) = فولت

م ف (m V) = ملى فولت = $\frac{١}{١٠٠٠}$ ف

µ ف (µ V) = ميكروفولت = $\frac{١}{١٠٠٠}$ م ف = $\frac{١}{١٠٠٠ ٠٠٠}$ ف

ك ف (kV) = كيلو فولت = ١٠٠٠ ف

ض ع (H.V) = ضغط عالٍ

ضح (Va) = ضغط أنود ، ضغط لوح

ضش (Vg) = ضغط شبكة

ضق (Vco) = ضغط القطع

ض د (V_i) = ضغط الدخول

ض خ (V_o) = ضغط الخروج

ض ك (V_t) = ضغط كلى

ق د ك (E M F) = قوة دافعة كهربية

ج م ت (R M S) = جذر متوسط التربيع

ب + (B +) = الضغط الموجب الذى يغـذى ألواح الصمامات والشبكات الحاجبة

التيار (ت I) :

أ (A) = أمبير

م أ (mA) = ملى أمبير = $\frac{١}{١٠٠٠}$ أ

µ أ (µ A) = ميكرو أمبير = $\frac{١}{١٠٠٠}$ م أ = $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$ أ

ت عظمى (I_{max}) = القيمة العظمى للتيار

ت متوسط (I_{mean}) = متوسط قيمة التيار

ت ج م ت (I_{rms}) = قيمة جذر متوسط التربيع للتيار

ت ح (I_a) = تيار الأنود ، تيار اللوح

ت ش (I_g) = تيار الشبكة

أ س (A H) = أمبير ساعة

ت غ / ت س (AC/DC) = تيار متغير تيار مستمر

القدرة (ق P) :

و (W) = وات

ك و (kW) = كيلو وات = ١٠٠٠ و

م و (mW) = ملى وات = $\frac{١}{١٠٠٠}$ و

ك و س (KWH) = كيلو وات ساعة

و/ث (W/sec) = وات / ثانية

الموجات :

م . ط (L W) = موجة طويلة

م . م ع (M W) = موجة متوسطة

م . ق (S W) = موجة قصيرة

م . ح (C W) = الموجة الحاملة

λ (λ) = طول الموجة

ت أ (A M) = تعديل اتساع

ت ء (F M) = تعديل تردد

الصمامات :

م د (Ri) = المقاومة الداخلية = $\dfrac{\triangle \text{ض}_{\text{ح}}}{\triangle \text{ت}_{\text{ح}}}$

ص (S, Gm) = التوصيل المشترك = $\dfrac{\triangle \text{ت}_{\text{ح}}}{\triangle \text{ض}_{\text{ش}}}$

μ (μ) = معـــامل التكبير = ص × م د

ك (G) = التكبير = $\dfrac{\text{ض}_{\text{خ}}}{\text{ض}_{\text{ش}}} = \dfrac{\text{م}_{\text{ح}}}{\text{م}_{\text{د}} + \text{م}_{\text{ح}}} \times \mu$

△ : حرف دال باليونانى وينطق دلتا ، ويرمز للتغير الحادث فى كمية معينة

ت ح ت ش (T P T G) = تنغيم لوح تنغيم شبكة

ض ص أ (A V C) = ضابط صوت أوتوماتيكى ، أو

ض ج أ (A V C) = ضابط جهارة أوتوماتيكى

ض ك أ (A G C) = ضابط كسب أوتوماتيكى

ض ء أ (A F C) = ضابط تردد أوتوماتيكى

الترنزاستور :

ق (E) = قاذف

ع (B) = قاعدة

جـ = (C) = مجمع

ضجـ ق (VCE) = ضغط مجمع ـ قاذف

ضء ق (VBE) = ضغط قاعدة ـ قاذف

ضجـ جـ (VCC) = ضغط بطارية تغذى المجمع

ضء ء (VBB) = ضغط بطارية تغذى القاعدة

تجـ (IC) = تيار مجمع

تء (IB) = تيار قاعدة

تق (IE) = تيار قاذف

α (ألفا) = نسبة تحويل التيار الأمامية فى حالة قاعدة مشترك
= تجـ ÷ تق

β (بيتا) = نسبة تحويل التيار الأمامية فى حالة قاذف مشترك
= تجـ ÷ تء

كض (GV) = كسب ضغط

كت (GA) = كسب تيار

كق (GP) = كسب قدرة

م وس (MOS) = نصف موصل أوكسيد معدن

ن (S) = منبع

ب (G) = بوابة

ص (D) = مصرف

ك (B) = كتلة نشطة

مادة نوع / س (N/type) = مادة بها أغلب حاملات الشحنة كهارب سالبة (س)

مادة نوع / م (P/type) = مادة بها أغلب حاملات الشحنة ثقوب موجبة (م)

د (D) = ثنائى (دايود)

م/س/م (P/N/P) = موجب / سالب / موجب

س/م/س (N/P/N) = سالب / موجب / سالب

ر (Tr ، Q ، X ، ...) = ترانزستور

ش/ر $\left(\frac{S}{N}\right)$ = نسبة الإشارة للشوشرة

ك ر NF = شكل الشوشرة ، رقم الضوضاء

قراءة الأشـــكال

سلكان متقاطعان غير ملتحمين

سلكان متقاطعان متلحمان

كابل محجب

مقـــاومة

مقاومة متغيرة

مجزئ ضغط

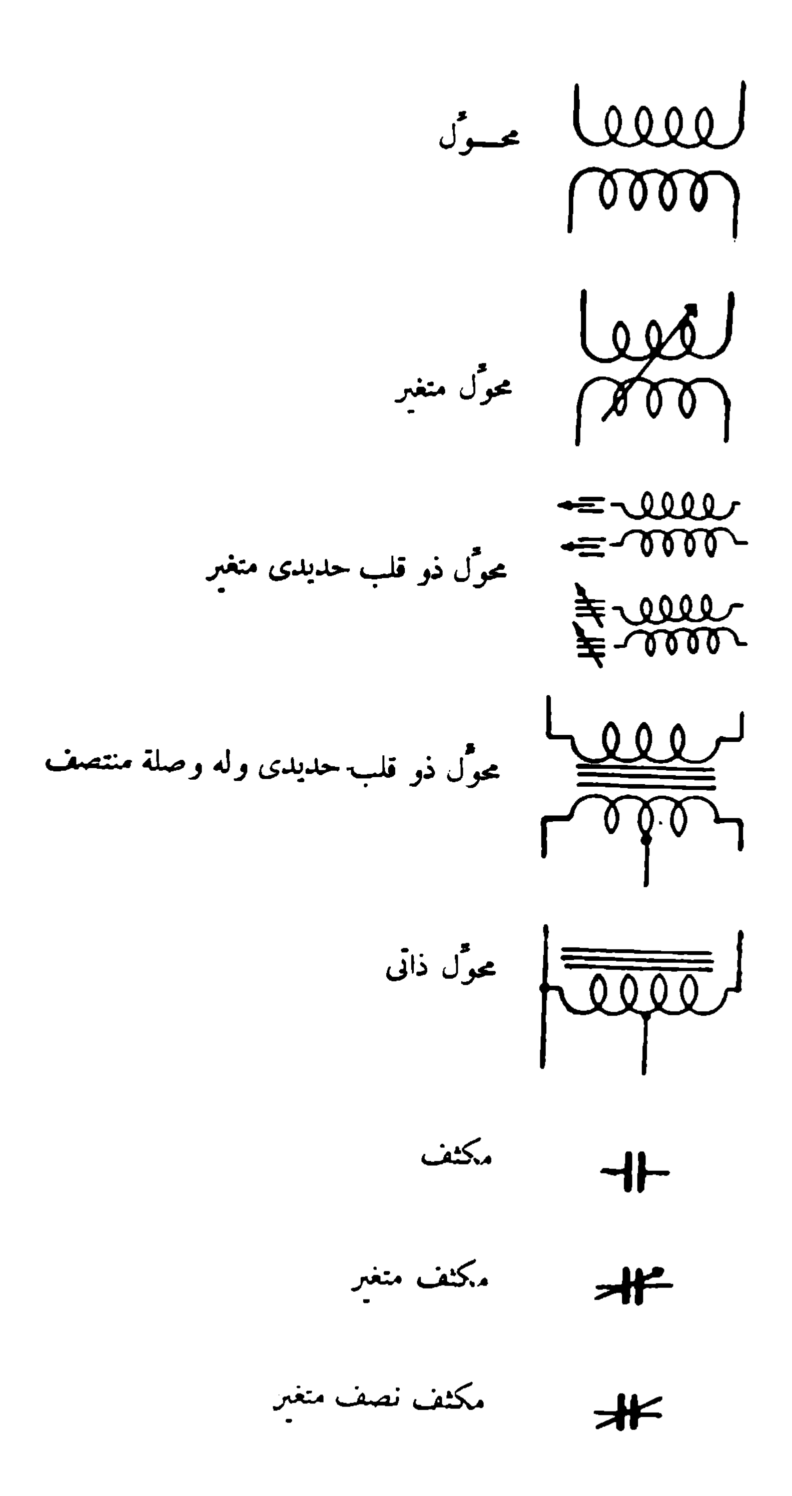
ملف

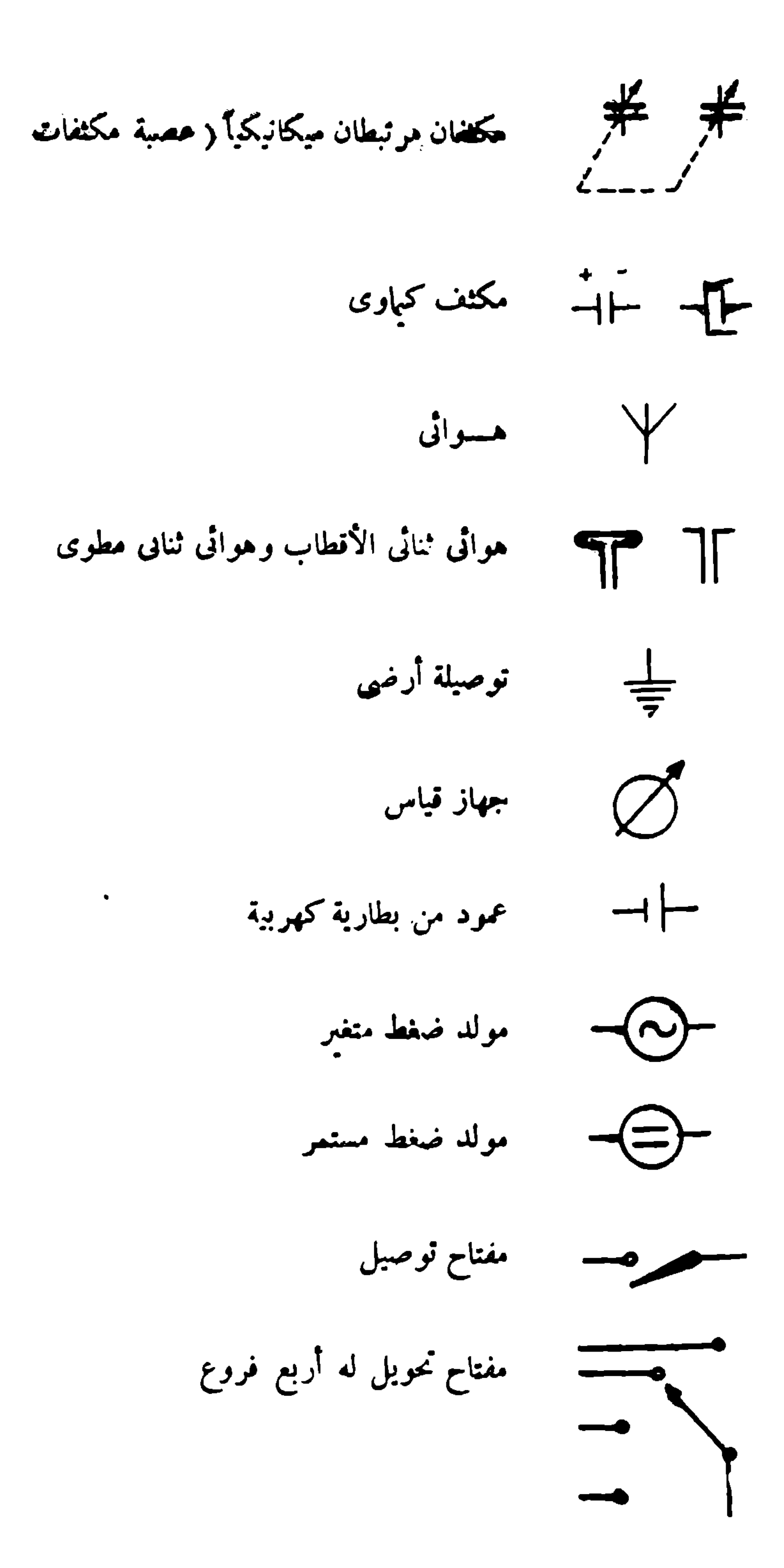
ملف ذو قلب حديدى

ملف متغير

ملف ذو قلب حديدى متغير

ملف ذو قلب حديدى نصف متغير


محــوّل
محوّل متغير
محوّل ذو قلب حديدى متغير
محوّل ذو قلب حديدى وله وصلة منتصف
محوّل ذاتى
مكثف
مكثف متغير
مكثف نصف متغير


مكثفان مرتبطان ميكانيكياً (عصبة مكثفات
مكثف كيماوى
هـوائى
هوائى ثنائى الأقطاب وهوائى ثنائى مطوى
توصيلة أرضى
جهاز قياس
عمود من بطارية كهربية
مولد ضغط متغير
مولد ضغط مستمر
مفتاح توصيل
مفتاح تحويل له أربع فروع

مفتاحا تحويل مرتبطان ميكانيكياً

سماعة رأس

سمـــاعة

لاقط جراموفون

لمبـــة

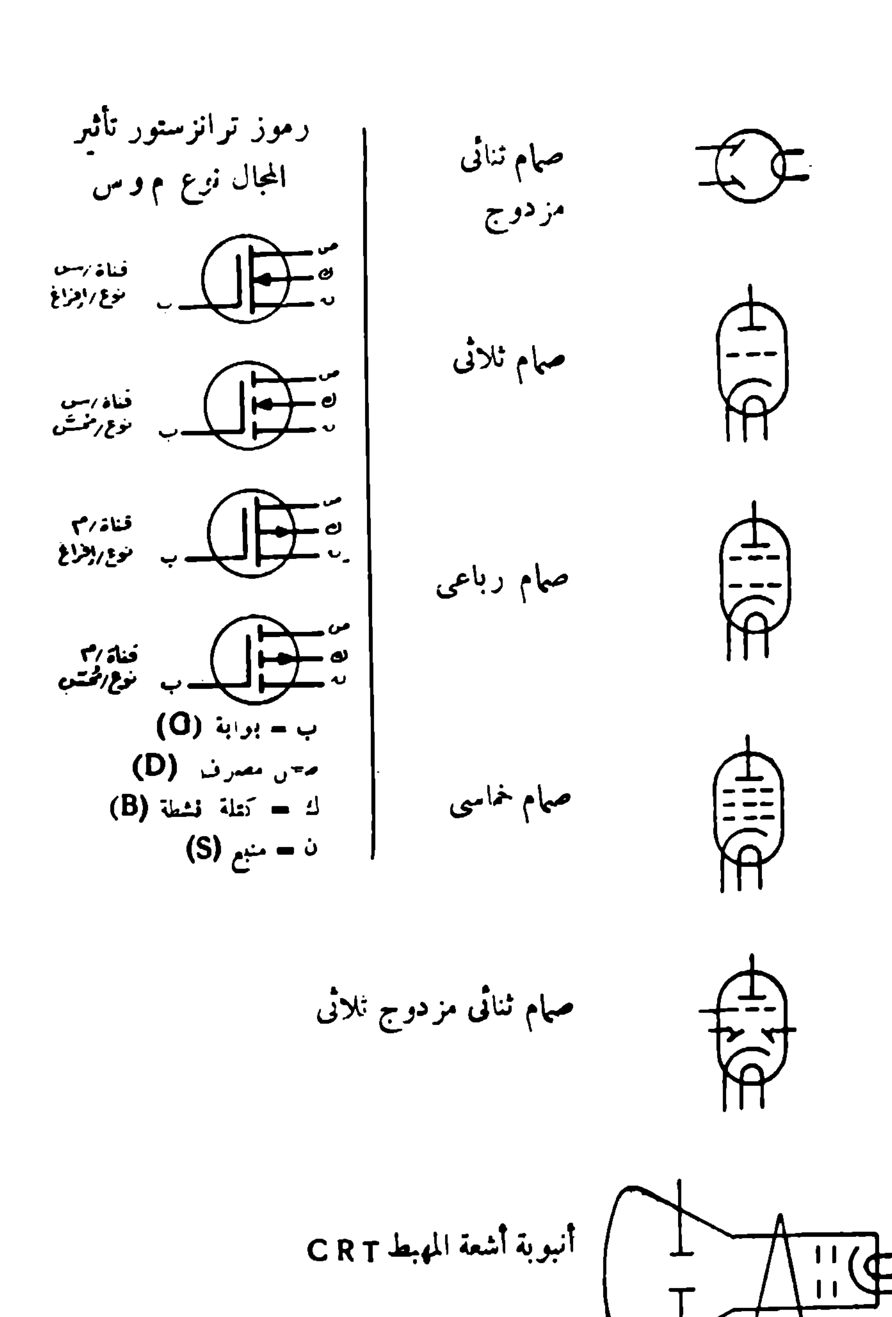
مصهر

فتيلة لمبة

ثنائى بلورى

لمبة نيون

صمام ثنائى


رموز ترانزستور تأثير
المجال نوع م و س
قناة/س
نوع/إفراغ
قناة/س
نوع/تحشد
قناة/م
نوع/إفراغ
قناة/م
نوع/تحشد
ب = بوابة (G)
ص = مصرف (D)
ك = كتلة نشطة (B)
ن = منبع (S)
صمام ثنائي
مزدوج
صمام ثلاثي
صمام رباعي
صمام خماسي
صمام ثنائي مزدوج ثلاثي
أنبوبة أشعة المهبط CRT

ثنائى بلورى أو موحد معدنى

Zener diode — ثنائى زينر

Controlled rectifier — ثنائى متحكَّم فيه

خاية ضوئية (أحيانا لمبة نيون)

Photo-electric cell — خلية كهروضوئية

لمبة نيون

ترانزستور تأثير المجال (قناة / س)
Field-effect transistor (N channel)

NPN Transistor — ترانزستور س / م / س

PNP Transistor — ترانزستور م / س / م

Tunnel diode — ثنائى النفق

ترانزستور تأثير المجال ذو بوابة معزولة
Insulated-gate field effect transistor

Unjunction transistor — ترانزستور أحادى الوصلة